МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ
ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ им. В.В. ДОКУЧАЕВА»
КУРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Министерство науки и высшего
образования Российской Федерации
ФГБНУ «КУРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ЭКОЛОГИИ И ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

*Сборник докладов
XV Международной научно-практической конференции
Курского отделения МОО
«Общество почвоведов имени В.В. Докучаева»,
г. Курск, 28-29 мая 2020 г.*

Курск –2020

УДК 631.4:631.58:631.95

DOI 10.18411/ISBN978-5-907167-78-0

Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия.

Сборник докладов международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2020. – 449 с.

В сборнике докладов конференции приведены результаты научных исследований по агроэкологическим проблемам почвоведения и земледелия регионов Российской Федерации: Нечерноземья, ЦЧР, Поволжья, Урала, Краснодарского края, Ростовской области, республики Крым, Новосибирской области, Красноярского края и стран ближнего зарубежья: Беларуси, Молдовы, Узбекистана. Рассмотрены особенности агроэкологического состояния различных почв, основные направления сохранения и повышения их плодородия. Освещены проблемы оптимизации содержания и состава органического вещества в пахотных почвах. Показано влияния новых видов органических удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы. Представлены результаты экологической оценки и мониторинга почв, исследований изменения их агрохимических, агрофизических, биологических свойств под воздействием севооборотов, внесения удобрений и обработки почвы. Уделено внимание загрязнению тяжёлыми металлами почв и моделированию их миграции, производству экологически безопасной сельскохозяйственной продукции. Рассмотрены вопросы защиты почв от эрозии. Важное внимание уделено проблемам повышения продуктивности и качества сельскохозяйственных культур.

Сборник представляет интерес для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов ВУЗов, ССУЗов сельскохозяйственного и биологического профиля, работников АПК и специалистов хозяйств всех форм собственности.

Сборник включает 121 доклад. Доклады даются в авторской редакции.

Редакционная коллегия:

Н.П. Масютенко, профессор, доктор сельскохозяйственных наук;

Г.М. Дериглазова, доктор сельскохозяйственных наук;

Г.П. Глазунов, кандидат сельскохозяйственных наук.

Ответственные за выпуск:

Г.М. Дериглазова, доктор сельскохозяйственных наук;

Г.П. Глазунов, кандидат сельскохозяйственных наук.

Компьютерная верстка: **Г.П. Глазунов**

ISBN 978-5-907167-78-0

INTERREGIONAL
PUBLIC ORGANIZATION
«SOCIETY OF SOIL SCIENTISTS NAMED AFTER
V.V. DOKUCHAEV»
KURSK BRANCH

**Ministry of Science and Higher Education
of the Russian Federation
FSBSI «KURSK FEDERAL
AGRICULTURAL RESEARCH CENTER»**

CURRENT PROBLEMS OF SOIL SCIENCE, ECOLOGY AND AGRICULTURE

**Proceedings of the
XV International Scientific-Practical Conference of
Kursk Branch of IPO
"Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev",
Kursk, May 28-29, 2020**

Kursk – 2020

UDC 631.4:631.58:631.95

DOI 10.18411/ISBN978-5-907167-78-0

Current Problems of Soil Science, Ecology and Agriculture.

Proceedings of the International Scientific-Practical Conference of the Kursk Branch of the IPO «Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev». – Kursk: FSBSI «Kursk FARC», 2020. – 449p.

The proceedings of the Conference present the results of scientific research on topical issues of soil science, ecology and agriculture in the regions of the Russian Federation: Non-Chernozem, Central Chernozem regions, Volga Region, Urals, Krasnodar Territory, Rostov Region, the Republic of Crimea, Novosibirsk, Tyumen Region, Krasnoyarsk Territory, Khakassia, the Republic of Sakha, and neighboring countries: Belarus, Moldova, Uzbekistan. Regional features of agroecological state of various soils, ways of preserving and regulating their fertility and rational use are shown. The problems of organic farming are highlighted. Biological technologies of crops cultivation, application of humic preparations to increase soil fertility, biological preparations to control plant pests, microbiological preparations to accelerate the destruction of straw are presented. The phytotoxicity of soils and the dynamics of the size of microbial communities in chernozem soils are shown. The reasons for the deterioration of soil health, its criteria, ways to improve, soil contamination with radioactive elements and heavy metals are considered. Special attention is paid to the issues of soil erosion control. The influence of crop rotations, fertilization and tillage on changes in agrochemical, agrophysical, and biological properties of various soils is shown.

The proceedings are of interest to researchers, teachers, postgraduates, students of higher educational institutions and colleges of agricultural and biological profiles, agricultural workers and specialists of farms of all forms of ownership.

The volume includes 121 papers. Papers are given in the author's edition.

Editorial Board:

N. P. Masyutenko, Professor, Doctor of Agricultural Sciences;

G. M. Deriglazova, Doctor of Agricultural Sciences;

G. P. Glazunov, Candidate of Agricultural Sciences.

Editors:

G. M. Deriglazova, Doctor of Agricultural Sciences;

G. P. Glazunov, Candidate of Agricultural Sciences.

Computer layout: **G. P. Glazunov**

ISBN – 978-5-907167-78-0

© Kursk Federal Agricultural Research Center, 2020

УДК 631.81, 632.87

КРУГОВОРОТ И БАЛАНС ОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА В АГРОФИТОЦЕНОЗЕ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР (ИССЛЕДОВАНИЕ С ^{15}N)

Авилов А.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Центр агрохимической службы «Белгородский», Белгород

E-mail: awilow_as@mail.ru

Резюме. Овес лучше использовал азот клевера и почвенный азот по сравнению с азотом люпина и тимофеевки. При внесении сидеральных культур злаковые растения меньше используют азот удобрения, его меньше теряется и больше закрепляется в почве по сравнению с азотными минеральными удобрениями.

Ключевые слова: органические удобрения, сидераты, изотоп азота ^{15}N , иммобилизация, газообразные потери азота, баланс азота, биологизация земледелия.

В условиях биологизации современного сельскохозяйственного производства постоянно растет объем использования органического азота, в повышении плодородия почвы и его участия в продукционном процессе возделываемых культур [1-4]. Для повышения плодородия почв в ЦЧР широко используются сидеральные культуры: положительно влияют на баланс органического вещества, способствуют увеличению биологической активности почв, усиливают минерализацию и гумификацию органического вещества и приводят к накоплению питательных веществ в почве [5-7]. Несмотря на широкое использование сидератов в земледелии страны, остаются открытыми вопросы размеров использования их азота возделываемыми культурами, характер иммобилизации их азота в почве и размеры газообразных потерь.

Цель исследований – дать количественную оценку параметрам круговорота и баланса органического азота в агрофитоценозе злаковых культур.

Методика исследований. Для проведения исследований предварительно выращивали различные травы (люпин узколистый, клевер красный, тимофеевка луговая, горчица белая), под которые вносили сульфат аммония с высоким обогащением ^{15}N (95 ат. %). В результате была получена надземная биомасса с исходным обогащением ^{15}N от 13,1 до 15,3 ат. % (табл. 1).

Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой почв: гумус – 2,1%; pH_{KCl} – 5,7; Hг – 1,18 мг-экв/100 г почвы; содержание обменных катионов Ca^{2+} – 5,5 и Mg^{2+} – 2,0 мг-экв/100 г почвы; общий азот – 0,08%; подвижный форм фосфор – 137 мг/кг и калия – 138 мг/кг почвы. Агрохимическая характеристика чернозема типичного: гумус – 5,0%; pH_{KCl} – 6,5; Hг – 1,32 мг-экв/100 г почвы; сумма поглощенных оснований содержание – 46,2 мг-экв/100 г почвы; содержание обменных катионов Ca^{2+} – 26,7 и Mg^{2+} – 2,81 мг-экв/100 г почвы; подвижных форм фосфор – 118 мг/кг и калия – 140 мг/кг почвы; $\text{N}_{\text{общ}}$ – 0,23%.

Исследования проводили в условиях микрополевого опыта (размер делянок 0,5x1,0 м на дерново-подзолистой почве и 0,23x0,45 м на черноземе типичном), повторность шестикратная, с N – двукратная. В опытах на дерново-подзолистой почве выращивали овес (сорт Скакун), на черноземе типичном –

озимую пшеницу (сорт Губернатор Дона).

Общий углерод в растительных и почвенных образцах и общий азот и изотопный состав азота в растительных образцах определяли на масс-спектрометре Delta V. Расчеты потоков азота почвы и азота удобрений определяли по формулам, использованных рядом авторов [8-10].

Биомассу меченную ^{15}N , вносили перед посевом овса (дерново-подзолистая почва, Смоленская обл.) и озимой пшеницы (чернозем типичный, Белгородская обл.) на фоне фосфорных и калийных удобрений ($\text{P}_{60}\text{K}_{60}$) (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика биомассы сидератов и удобрений

Биомасса меченная ^{15}N	Соотношение C: N	N общ., %	^{15}N ат. %	Доза N, г/м ²
Люпин	23	2,8	15,0	5,04
Клевер	19	2,5	14,5	5,02
Тимофеевка	27	2,0	13,1	5,01
Горчица белая	21	3,3	15,3	6,01
Мочевина		46,0	13,3	6,03

Результаты исследований. В условиях дерново-подзолистой почвы овес потреблял наибольшее количество азота при внесении биомассы клевера (в основном за счет азота почвы) (табл. 2). Азот клевера более активно включается в микробную массу и больше используется на синтез гуминовых кислот [11,12].

Озимая пшеница в условиях чернозема типичного потребляла наибольшее количество азота удобрения и почвенного азота при совместном применении биомассы горчицы и мочевины (табл. 3). Потребление азота пшеницей снижалось при внесении одной биомассы горчицы. При этом уменьшалось потребление растениями и почвенного азота.

Локальное внесение азотного удобрения усиливало потребление азота биомассы горчицы и азота почвы (табл. 4). При локализации азотного удобрения усиливаются процессы минерализации почвенного органического вещества, что обеспечивало дополнительное поступление почвенного азота в растения «экстра-азота».

Биомасса клевера, совместное применение биомассы горчицы и мочевины, а также локальное внесение азотного удобрения обеспечивали повышенное потребление азота сидерата и почвенного азота и формирование наибольшей массы зерна овса и озимой пшеницы (табл. 2-4).

Таблица 2 – Потребление азота и урожайность овса на вариантах опыта

Биомасса сидерата, меченная ^{15}N	Потребление N, г/м ²			Урожай зерна		
	общий	удобрения	почвы	г/м ²	прибавка	
					г/м ²	%
$\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ – фон	2,16	–	2,16	176	–	–
Фон + клевер	6,60	1,85	4,75	384	208	118
Фон + люпин	4,55	1,40	3,15	296	120	68
Фон + тимофеевка	3,44	1,84	2,60	266	90	51

P, % – 3,0; НСР_{0,5} – 10 г/м²

Таблица 3 – Потребление азота и урожайность озимой пшеницы на вариантах опыта

Вариант	Потребление N, г/м ²			Урожай зерна		
	общий	удоб- рения	почвы	г/м ²	прибавка	
					г/м ²	%
Фон - P ₆₀ K ₆₀	4,02	–	4,02	164	–	–
Фон + ¹⁵ Горчица	8,90	1,89	7,01	329	165	101
Фон + ¹⁵ Г + 1/3 N _м	10,57	2,37	8,30	375	211	129

P, % – 3,0; НСР_{0,5} – 25 г/м²

Таблица 4 – Потребление азота и урожайность озимой пшеницы на вариантах опыта в зависимости от способа внесения удобрения

Вариант	Потребление N, г/м ²			Урожай зерна		
	общий	удоб- рения	почвы	г/м ²	прибавка	
					г/м ²	%
¹⁵ Горчица	8,42	1,80	6,62	322	–	–
¹⁵ Г + N разброс	9,97	2,20	7,77	354	32	10
¹⁵ Г + N локально	11,84	2,64	9,20	406	81	25

P, % – 3,0; НСР_{0,5} – 34 г/м²

Круговорот органического азота в агрофитоценозе злаковых культур существенным образом отличается от круговорота меченого ¹⁵N минеральных удобрений (табл. 5-7).

Овес в 1,2-2,2 раза лучше использовал азот клевера по сравнению с другими сидератами. Озимая пшеница использовала в 1,4 раза меньше азот горчицы, чем азот минеральных удобрений. Локализация азотного удобрения в 1,2 раза усиливала использование азот горчицы озимой пшеницей по сравнению с азотом удобрения, внесенного в разброс.

Меньшее количество азота иммобилизовалось в почве и меньше его терялось при внесении биомассы клевера. Иммобилизация азота в почве усиливалась в 1,8 раза при внесении биомассы горчицы по сравнению с азотными минеральными удобрениями. Азотные удобрения в 1,3 раза снижают иммобилизацию азота горчицы в почве. Локализация азотного удобрения в 2 раза снижала потери азота горчицы по сравнению с разбросным способом внесения азотного удобрения. В 2 раза снижались газообразные потери азота горчицы по сравнению с азотом мочевины. Мочевина усиливала в 1,5 раза газообразные потери азота горчицы. Наименьшее количество азота (8% от дозы) терялось при внесении в почву биомассы клевера.

Таблица 5 – Баланс азота сидератов (меченых ¹⁵N) при выращивании овса

Биомасса сидерата	Использовано растениями	Иммобилизация в 0-100 см слое почвы	Газообразные потери
Клевер	1,85/37	2,76/55	0,41/8
Люпин	1,40/28	3,02/60	0,62/12
Тимофеевка	0,84/17	3,46/69	0,71/14

Таблица 6 – Баланс азота удобрения и азота горчицы при выращивании озимой пшеницы

Вариант	Использовано растениями	Иммобилизация в 0-100 см слое почвы	Газообразные потери
Фон + ¹⁵ Горчица	1,89/32	3,45/58	0,66/10
Фон + ¹⁵ N _м	2,64/44	1,58/33	1,38/23
Фон + ¹⁵ Г + 1/3 N _м	2,37/40	2,73/45	0,90/15

Таблица 7 – Баланс азота горчицы при выращивании озимой пшеницы в зависимости от способа внесения азотного удобрения

Вариант	Использовано растениями	Иммобилизация в 0-40 см слое почвы	Газообразные потери
Фон + ¹⁵ Горчица	1,80/30	3,42/57	0,78/13
¹⁵ Г + ¹⁵ N разброс	2,20/37	2,82/47	0,98/16
¹⁵ Г + N локально	2,64/44	2,88/48	0,48/8

* Применение: числитель – N биомассы сидерата (удобрения), г/м²; знаменатель N удобрения, % от внесенного

Заключение. Органический азот (меченый ¹⁵N азот сидератов) активно включается во внутрипочвенный цикл азота агрофитоценоза злаковых культур. Овес лучше использовал азот клевера и почвенный азот по сравнению с азотом люпина и тимофеевки. При внесении сидеральных культур злаковые растения меньше используют азот удобрения, его меньше теряется и больше закрепляется в почве по сравнению с азотными минеральными удобрениями. Локализация азотного удобрения усиливает использование азота горчицы озимой пшеницы и снижает его иммобилизацию в почве и газообразные потери.

Библиографический список

1. Лукин С.В. О выполнении программы биологизации земледелия в Белгородской области // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 4. – С. 41-44.
2. Лукин С.В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 7. – С. 20-23.
3. Лукин С.В. Экономическая эффективность биологизации земледелия Белгородской области / АПК: экономика, управление. – 2015. – №7. – С. 63-68.
4. Сычев В.Г., Соколов О.А., Завалин А.А., Шмырева Н.Я. Экология применения органических удобрений. М., ВНИИА. 2017. – 336 с.
5. Дедов А.В., Придворев Н.И., Верзилин В.В., Кузнецова Л.П. Воспроизводство плодородия черноземов в севообороте // Земледелие. – 2003. – №4. – С. 5-7.
6. Малышева Ю.А., Полякова Н.В., Платонычева Н.В. Содержание органического вещества в почве в звеньях севооборота с сидеральными культурами // Земледелие. – 2008. – №2. – С. 16-17.
7. Тимонов В.Ю., Картамышев Н.И., Чернышова Н.М. Зеленые удобрения в севообороте // Земледелие. – 2011. – №1. – С. 16-18.
8. Помазкина Л.В., Котова Л.Г., Лубнина Е.В. Биогеохимический мониторинг функционирования агроэкосистем на техногенно загрязняемых почвах. – Новосибирск: СО Наука, 1999. – 208 с.

9. Турчин Ф.В. Использование азотных удобрений урожаем их превращение в почве // ВХО, 1965. – Т.10. – №4. – С.400-401.
10. Fried M., Dean L. A concerning the measurement of available soil nutrients // Soil Sci., 1952. – V. 73. – №4. – P.263-271.
11. Шмырева Н.Я., Соколов О.А., Цуриков Л.Н. Участие азота многолетних трав в формировании органического вещества дерново-подзолистой почвы // Плодородие. – 2012. – №6. – С. 25-27.
12. Шмырева Н.Я., Соколов О.А., Завалин А.А. Особенности ассимиляции микроорганизмами азота фитомассы многолетних трав в почве разной степени эродированности // Доклады РАСХН. – 2014. – №3. – С. 35-38.

УДК 631.45

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ПОЧВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Азарёнок Т.Н., Шульгина С.В., Матыченкова О.В.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск

E-mail: soil@tut.by, tanik63@mail.ru

Резюме. Охарактеризованы и проанализированы особенности компонентного состава и свойств уникальных почв Туровско-Давид-Городокского почвенно-экологического подрайона Южной (Полесской) провинции в пределах землепользования ОАО «Туровщина» Житковичского района Гомельской области. Приведены показатели почвенно-ресурсного потенциала исследуемого региона.

Ключевые слова: почвенно-экологическая провинция, почвенно-экологический район, компонентный состав почвенного покрова, дерново-карбонатные и дерновые заболоченные карбонатные почвы, состав и свойства почв, балл бонитета, балл плодородия, почвенно-ресурсный потенциал пахотных земель.

Summary. The features of the component composition and properties of the unique soils of the Turov-David-Gorodok soil-ecological subarea of the Southern (Polesskaya) province within the land use of Turovschina OJSC of the Zhitkovichi district of the Gomel region are characterized and analyzed. Indicators of soil and resource potential of the studied region are given.

Keywords: soil-ecological province, soil-ecological region, component composition of the soil cover, sod-carbonate and soddy boggy carbonate soils, composition and properties of soils, bonitet score, fertility score, soil and resource potential of arable land.

Экономически выгодное землепользование, эффективное земледелие основывается на количественном и качественном учете агроэкологических показателей компонентного состава почвенного покрова, имеющих региональные особенности формирования.

В пределах Туровско-Давид-Городокского агропочвенного подрайона, занимающего 3,39 тыс. км² или 6,0% Южной (Полесской) провинции, на территории Житковичского района Гомельской области, а также Столинского и Пинского районов Брестской области получили распространение дерново-карбонатные и дерновые заболоченные карбонатные почвы, сформировавшиеся на пресноводных мергелях, омергелеванных четвертичных отложениях различного генезиса и отражающие в своем почвенном профиле реликтовые признаки пойменного процесса почвообразования. Наибольшие площади этих почв, так называемых, старопойменных или палеопойменных [1, 2], уже дли-

тельное время находящихся внемойменного режима функционирования, приурочены к бассейну р. Припять, ее притокам Ствиге, Горыни [1, 2].

Рельеф территории почвенно-экологического района представляет собой вторую надпойменную террасу р. Припять с денудационными «останцами» 1-ой надпойменной террасы с абсолютными отметками 124-128 м [1].

«Все пространство, называемое Туровщиной, представляет местность ровную, черноземную, низменную» [2, с. 314].

Для характеристики агроэкологического состояния дерново-карбонатных почв различной степени увлажнения Туровско-Давид-Городокского агропочвенного подрайона на пахотных землях ОАО «Туровщина» Житковичского района Гомельской области были заложены репрезентативные разрезы (таблица 1, фото 1, 2, 3).

Таблица 1 – Репрезентативные профили почв Туровско-Давид-Городокского агропочвенного подрайона Южной (Полесской) провинции

Разрез №1ПО-09 (52°03'69" с.ш., 27°51'53" в.д., h=138 м), посевы озимой пшеницы;	Разрез №17-16 (52°05'04" с.ш., 27°40',40" в.д., h=123 м), посевы озимой пшеницы;	Разрез №18-16 (52°04',66" с.ш., 27°40',41" в.д., h=122 м), посевы кукурузы;

Фото 1. Дерновая карбонатная выщелоченная оглеенная внизу легко-суглинистая, развивающаяся на омергелеванных легких суглинках, сменяемых с глубины 0,23 м средними суглинками, подстилаемых с глубины 0,91 м омергелеванными связными песками	Фото 2. Дерновая глееватая карбонатная среднесуглинистая, развивающаяся на омергелеванных средних суглинках, подстилаемых с глубины 0,64 м омергелеванными связными песками	Фото 3. Дерновая глееватая карбонатная среднесуглинистая, развивающаяся на омергелеванных средних суглинках, подстилаемых с глубины 0,95 м омергелеванными рыхлыми песками

Характерной особенностью строения исследуемых почв, является четкая дифференциация почвенного профиля на генетические горизонты. Пахотный горизонт (А_п) темноокрашенный, оструктуренный (структура зернистая, комковато-зернистая), с сизо-стальным оттенком, сменяется гумусово-аккумулятивным горизонтом мощностью 12-50 см. Нарастание мощности гу-

мусовых горизонтов в почвах этой территории коррелируется с уменьшением степени увлажнения [3]. Так средние показатели мощности пахотного горизонта почв, представленных разрезом 1ПО-09, составляют $35,3 \pm 11,6$ (n=15), для почв разрезов 17-16 и 18-16 – $25,0 \pm 1,1$ см (n=10) и $29,0 \pm 1,3$ см (n=6) соответственно. В профиле почв присутствуют оглеенные и глеевые горизонты. Показатели мощности горизонта B_{kg} для почв, представленных разрезом 1ПО-09 составляют $37,5 \pm 13,8$ см (n=15), разрезом 17-16 – $27,8 \pm 1,2$ см (n=8), глеевых горизонтов почв, представленных разрезом 18-16 – $30,8 \pm 1,5$ см (n=6).

Особенностью почв региона является сочетание в почвенном профиле признаков прошлого и современных процессов карбонатакопления, обусловленного как геолого-геоморфологическими условиями почвообразования, так и гидрохимическим режимом грунтовых вод, которые относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. При неглубоком залегании мергелистых прослоек почвы вскипают с поверхности за счет повышения концентрации почвенного раствора при насыщении его карбонатами кальция и магния в периоды капиллярного поднятия влаги к верхним горизонтам профиля [2]. Среднее содержание $CaCO_3$ составляет 25-50%. Для почв, характеризующихся разрезами 17-16 и 18-16, вскипание от HCl происходит уже в пахотном горизонте, а в почве, характеризующейся разрезом 1ПО-09 – в нижней части профиля (в горизонте BD_{kg}) с глубины 73 см. Для горизонта D_{kg} репрезентативных разрезов характерно наличие слоистости – чередования слоев мергеля и тонкозернистого связного песка, вскипающего от HCl . Зачастую здесь могут присутствовать раковины пресноводных моллюсков [2], что подтверждает влияние пойменного процесса на формирование исследуемых почв.

Данные гранулометрического состава показывают, что по распределению фракции физической глины почвенный профиль исследуемых почв имеет двухчленное строение: легкие или средние суглинки подстилаются связным песком (содержание фракции $< 0,01$ мм $8,0 \pm 0,9\%$, n=12). В профиле почв, характеризующихся разрезом 1ПО-09, содержание фракции крупной пыли (0,05-0,01 мм) составляет $43,8 \pm 1,9\%$ (n=9) а для почв разрезов 17-16 и 18-16 – $31,8 \pm 1,3\%$ (n=9). Ее содержание существенно уменьшается в нижней части профиля. Количественные показатели фракции мелкого песка возрастают вниз по профилю, где достигают значений $67,9 \pm 4,8\%$ (n=12), что указывает на древнеаллювиальный генезис подстилающего связного и рыхлого песка.

В виду особенностей гранулометрического и минералогического состава, в весенне-осенний период в пахотных горизонтах исследуемых почв могут протекать процессы набухания, а с наступлением устойчивой сухой погоды в связи с изменением запасов продуктивной влаги ниже оптимальных, происходит их уплотнение и растрескивание. Поэтому важно проводить обработку почв и посев сельскохозяйственных культур только в состоянии их физической спелости.

Показатели кислотности горизонтов почв изменяются от «слабокислой» до «слабощелочной». Характерна высокая степень насыщенности основаниями ($> 80\%$), которая с глубиной возрастает до 100%. С нарастанием степени

увлажнения увеличивается содержание общего гумуса [2]. Содержание гумуса в пахотных горизонтах почв «высокое», превышает 3,0%, а максимальное значение характерно для дерново-глеевых карбонатных почв (разрез 18-16) – 3,5% (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-химические свойства почв репрезентативных разрезов

Разрез	Генетический горизонт	Глубина отбора образцов	pH в KCl	Гумус %	H ⁺	S	T	V, %	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
					смоль(+) кг ⁻¹				мг/кг почвы	
1ПО-09	A _п	5-15	5,5	3,0	4,1	19,2	23,3	82,4	912,0	318,0
	A ₁	40-50	6,1	1,1	1,1	23,3	24,4	95,5	1858,0	210,0
	BC _{к(г)}	80-90	7,7		0,0	46,9	46,9	100	1694,0	74,4
	C _{кг}	110-120	8,4		0,0	46,9	46,9	100	2196,0	33,6
17-16	A _{пк}	10-15	7,1	3,2	-	27,4	27,4	100	3341,0	118,8
	A _{1к}	25-35	7,1	0,8	-	20,8	20,8	100	3748,0	164,6
	B _{1кг}	35-45	7,5	-	-	49,4	49,4	100	2514,0	86,3
	BC _{кг}	54-64	7,6	-	-	49,4	49,4	100	2012,0	78,7
	C _{кг}	95-105	7,6	-	-	49,6	49,6	100	1858,0	54,7
18-16	A _{пк}	10-15	7,1	3,5	-	48,6	48,6	100	5330,0	161,8
	A _{1г}	34-44	6,7	0,9	0,35	5,9	6,2	95,2	2240,0	186,3
	G	55-65	6,7	-	0,4	9,0	9,4	95,7	1156,0	127,7
	B _{гк}	70-80	7,1	-	-	10,4	10,4	100	1519,0	67,0
	C _{гк}	95-105	7,9	-	-	2,2	2,2	100	545,0	27,8

Для почв этого подрайона характерно несоответствие экологических условий и морфологической выраженности переувлажнения профиля, и признаки оглеения носят реликтовый характер. Посевы сельскохозяйственных культур не угнетаются избытком влаги даже тогда, когда глеевые горизонты диагностируются с глубины 60-80 см [2]. Анализ состава и свойств исследуемых почв, показывает, что в агропочвенном подрайоне сложились благоприятные условия для возделывания зерновых культур. Так балл бонитета почв для возделывания зерновых культур, представленных репрезентативными разрезами 17-16 и 18-16, приближается к значениям для почв автоморфного ряда (разрез 1ПО-09) (табл. 3).

Таблица 3 – Балл бонитета почв для возделывания зерновых культур

Разрез	Зерновая культура			
	озимая пшеница	озимая тритикале	яровая пшеница	ячмень
1ПО-09	76	78	74	75
17-16	64	67	67	71
18-16	60	62	67	66

Характеризуя почвенно-ресурсный потенциал исследуемой территории с преобладанием дерново-карбонатных и дерново-заболоченных карбонатных почв, установлено, что балл плодородия пашни (на примере ОАО «Туровщина», в компонентном составе которого эти почвы занимают 86,3%) составляет 51,8 единиц, в то время, как для пахотных земель Южной провинции балл плодородия в 1,8 раза ниже и составляет 29,1 единиц.

В 2016 г. на территории ОАО «Туровщина» урожайность зерна колосовых культур составила 86 ц/га, в 2019 году – 44,1 ц/га, в то время как по Южной провинции показатели урожайности изменялись в пределах 23,5-29,8 ц/га.

Показатель валового сбора зерна в расчете на 100 балло-гектаров составил значение 0,28, что составляет 60% от аналогичного показателя по Житковичскому району. Нормативный чистый доход, характеризующий сравнительную прибыльность производства сельскохозяйственной продукции, зависящую только от качества земли, для пахотных земель Южной провинции составляет 186-251 \$ США/га, тогда как для ОАО «Туровщина» – 628,97\$ США/га.

Все это указывает на определяющую роль уникального компонентного состава почв в высокой оценке почвенно-ресурсного потенциала для возделывания зерновых культур и обеспечении продовольственной безопасности в регионе.

Библиографический список

1. Петухова, Н.Н. Геохимия почв БССР / Н.Н. Петухова – Минск: Наука и техника, 1987. – 231с.
2. Романова, Т.А. Диагностика почв Беларуси и их классификация в системе ФАО-WRB. – Минск, 2004. – С. 314-328.

УДК 631.46

КОЛИЧЕСТВО САПРОФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПАХОТНОМ ГОРИЗОНТЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Азаров А.В.

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», г. Белгород

Подрез С.А. Белгородский ГЦАС, г. Белгород

E-mail: laboratoria.plodorodya@yandex.ru

Аннотация: Приведены данные по количеству сапрофитных микроорганизмов в пахотном горизонте чернозема типичного послойно в естественном фитоценозе, производственном посеве и вариантах многофакторного полевого опыта на двух севооборотах, двух способах основной обработки почвы и четырех уровнях удобрённости.

Ключевые слова: количество сапрофитов, чернозем типичный, фито-агроценозы, метео-условия вегетационного периода.

Представители почвенной микрофлоры грибы и актиномицеты вызывают пристальный интерес, поскольку их функционирование в почве характеризуется выполнением нескольких специфических задач в трансформации почвенного органического вещества. Являясь сапрофитами, они способны к усвое-

нию самых разнообразных труднодоступных органических и минеральных соединений. Поэтому изучение их численности позволяет судить не только о ходе какого-то определенного минерализационного процесса на пути синтеза гумусовых веществ, но и об общем течении деструкции органического вещества почвы и о состоянии экосистемы в целом [1-2].

Микробные сообщества постоянно адаптируются к изменению окружающей среды, и потому являются чувствительными показателями качества почвы [3]. Чем выше его активность, тем быстрее осуществляется биологический круговорот элементов и тем благоприятнее в последующем, складывается режим минерального питания возделываемых культур [4-5].

По мнению Prescott С.Е. [6] ключевым фактором повышения целлюлозоразрушающей деятельности почвенных микроорганизмов является сумма эффективных температур окружающего воздуха и количество выпавших остатков за вегетационный период. Внесение высоких доз минеральных удобрений снижают численность целлюлозоразрушающих бактерий, но увеличивает количество актиномицетов, которые являются активными продуцентами фитотоксических веществ.

Уменьшение механической обработки почвы при оптимальных метеорологических условиях способствует усилению целлюлозоразрушающей активности пахотного слоя почвы [7-8].

Изменение типа землепользования может существенно повлиять на сложившийся баланс органического вещества во всех почвенных локусах, внести коррективы в динамику соотношения углерода и азота в химическом составе поступающих в почву пожнивно-корневых остатков [9], и, как следствие, воздействовать на плодородие почв России и на степень обеспеченности её населения растениеводческой и животноводческой продукцией [10-11].

Методика и условия проведения опыта. Исследования по выявлению биологической активности почвы аппликационным методом по Мишустину, велись на опытном поле ФГБНУ «Белгородского ФАНЦ РАН» на трёх объектах землепользования, находящихся в едином почвенно-топографическом массиве: целина (опушка леса), производственный посев сахарной свеклы и 16 вариантов многофакторного полевого опыта, поставленного по полной факториальной схеме [12-13]. Почвенный покров на всех объектах землепользования однотипен: здесь распространен чернозем типичный среднесиловый, среднесуглинистый, тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке [14]. Технология возделывания сахарной свёклы принятая в Белгородской области [15-16].

Анализируемый экспериментальный материал получен нами в 2018-2019 гг. Метеорологические условия за годы проведения опыта: начало вегетации сахарной свеклы в 2018 году выдалось весьма благоприятными. Гидротермический коэффициент в июне был равен 1,49 (сумма атмосферных осадков составила 45 мм, эффективных температур воздуха 303⁰ С), в июле ГТК показал величину 6 единиц с преобладанием продолжительных осадков ливневого характера. Середина и конец вегетации были крайне засушливы: ГТК августа был равен 0,49, сентября – 0,19.

Вегетационный период 2019 года ознаменовался прохладным и влажным маем (ГТК 2,16), знойным июнем (сумма осадков 12,5 мм, сумма эффективных температур свыше 10^0 434,6, ГТК 0,29), благоприятным июлем (осадков 67,5мм, эффективных температур 343, ГТК – 1,97), засушливым августом (2,6 мм, 346° и 0,07 соответственно), оптимальным сентябрем (30,1 мм, 195° и ГТК 1,55)

Отбор почвенных проб для определения агрохимических показателей и подсчета количества сапрофитных микроорганизмов по Звягинцеву Д.Г. в горизонтах 0-10, 10-20 и 20-30 см осуществлялся во второй декаде июля в период максимального потребления из почвы биофильных элементов, вегетирующими растениями [17-19].

Результаты исследований. В естественном фитоценозе на целине, в силу сложившегося благоприятного водного режима почвы на момент отбора проб, (2 декада июля) отмечено самое высокое количество сапрофитных микроорганизмов, особенно в верхнем 0-10 см слое почв и $1,1 \cdot 10^8$ КОЕ шт/г (табл. 1). С углублением почвенного горизонта численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов сокращается до $7,6-5,8 \cdot 10^7$ шт/г. Данный фактор объясняется наличием в почве мощного дернового слоя травянистой растительности. Вместе с тем следует отметить, что биологическая активность почвы в указанный срок возросла в слое почвы 10-20 см в 3,32 раза, а на глубине 20-30 см в 5,9 раза. В вегетационный период 2018 и 2019 годов заселенность чернозема типичного на целине во второй декаде июня находилась в одних пределах: в горизонте 0-10 см – $2,7-2,8 \cdot 10^7$, 10-20 – $1,2-2,0 \cdot 10^7$ и 20-30 – $3,0-2,5 \cdot 10^6$ КОЕ шт/г.

На участке производственного посева сахарной свеклы, посеvy сидеральных культур после предшествующей озимой пшеницы осенью 2018 года не задались, ввиду неблагоприятных погодных условий августа – сентября, когда гидротермический коэффициент был равен 0,55-0,19. Отчасти, по этой причине количество сапрофитных микроорганизмов в почве оказались ниже, чем на удобренных вариантах аналогичного севооборота при вспашки в многофакторном полевом опыте. При этом численность сапрофитных микроорганизмов сокращалась с увлечением глубины отбора почвенных образцов с $7,6 \cdot 10^7$ в верхнем до $5,2 \cdot 10^6$ КОЕ шт/г в слое 20-30см.

Таблица 1 – Количество колониеобразующих единиц (КОЕ) шт/г в почве Вегетационный период 2019 года.

Объект землепользования	Уровень удобренности	Горизонт почвы, см	КОЕ, шт/г	
			2018	2019
Целина (опушка леса)	Естественный фитоценоз	1-10	$2,8 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^8$
		10-20	$2,0 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^7$
		20-30	$2,5 \cdot 10^7$	$5,8 \cdot 10^7$
Производственный посев сахарной свеклы	Навоз 40т/га, $N_{90}P_{90}K_{90}$	0-10	$3,5 \cdot 10^{11}$	$7,6 \cdot 10^7$
		10-20	$2,2 \cdot 10^{11}$	$4,4 \cdot 10^7$
		20-30	$5,7 \cdot 10^{10}$	$5,2 \cdot 10^6$

При сопоставлении данных, по заселенности почвы сапрофитными микроорганизмами равноудобренных вариантов многофакторного полевого опыта в

зернотравянопропашном и зернопропашном севооборотах, прослеживается преимущество наличия в структуре полевых площадей многолетних бобовых трав, оборот пласта, который на сахарной свекле благоприятно повлиял на функционирование целлюлозоразрушающих микроорганизмов (табл. 2). Судя по характеру разложения растительного материала (отдельные точечные очаги разложившейся ткани, отсутствие разветвлённой сети грибного мицелия) на вариантах зернотравянопропашного севооборота в ассоциации целлюлоза литических микроорганизмов в вегетационный период 2019 года превалировали бактерии, которые по интенсивности разложения клетчатки уступают грибами и актиномицетами.

Таблица 2 – Количество колониеобразующих единиц (КОЕ) шт/г в зернотравянопропашном севообороте (2018-2019 гг.)

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Горизонт почвы	Вспашка		Минимальная	
			2018	2019	2018	2019
0	0	0-10	$7,7 \cdot 10^7$	$6,2 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$	$3,8 \cdot 10^7$
		10-20	$6,5 \cdot 10^7$	$3,9 \cdot 10^7$	$2,6 \cdot 10^7$	$2,1 \cdot 10^7$
		20-30	$4,0 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^7$	$3,0 \cdot 10^6$
0	$N_{180}P_{180}K_{180}$	0-10	$1,4 \cdot 10^{11}$	$8,2 \cdot 10^7$	$6,2 \cdot 10^{10}$	$4,2 \cdot 10^7$
		10-20	$5,3 \cdot 10^{11}$	$5,5 \cdot 10^7$	$5,3 \cdot 10^{10}$	$3,8 \cdot 10^7$
		20-30	$7,2 \cdot 10^{10}$	$5,6 \cdot 10^6$	$3,2 \cdot 10^{10}$	$3,2 \cdot 10^6$
Навоз 80 т/га	0	0-10	$2,4 \cdot 10^{11}$	$8,7 \cdot 10^7$	$9,2 \cdot 10^{10}$	$4,5 \cdot 10^7$
		10-20	$5,4 \cdot 10^{11}$	$5,6 \cdot 10^7$	$5,6 \cdot 10^{10}$	$4,3 \cdot 10^7$
		20-30	$1,1 \cdot 10^{11}$	$5,7 \cdot 10^6$	$5,2 \cdot 10^{10}$	$5,0 \cdot 10^6$
Навоз 80 т/га	$N_{180}P_{180}K_{180}$	0-10	$5,2 \cdot 10^{11}$	$9,1 \cdot 10^7$	$9,8 \cdot 10^{10}$	$4,8 \cdot 10^7$
		10-20	$5,3 \cdot 10^{11}$	$6,4 \cdot 10^7$	$5,8 \cdot 10^{10}$	$4,5 \cdot 10^7$
		20-30	$6,2 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^7$	$5,6 \cdot 10^{10}$	$9,0 \cdot 10^7$

Применение минимальной обработки почвы сокращает численность сапрофитных микроорганизмов по сравнению со вспашкой как в зернотравянопропашном, так и в зернопропашном севообороте.

Отсутствие удобрений на контрольных вариантах негативно влияет на заселенность почвы сапрофитами, и как следствие, снижает её биологическую активность.

Внесение высоких доз минеральных удобрений под сахарную свеклу повышает количественный состав микрофлоры, но при этом угнетает её активность в начальный период экспозиции экспериментального целлюлозосодержащего материала по причине высокой концентрации химических соединений в почвенном растворе.

При органической системе удобрений существенно растет численность сапрофитов в 0-10 см почвы до $8,7 \cdot 10^7$ КОЕ шт/г в зернотравянопропашном севообороте и $7,2 \cdot 10^7$ КОЕ шт/г в зернопропашном. Однако засушливые условия июня (ГТК 0,28) привели к тому, что целлюлозолитическая активность почв была почти полностью подавлена на протяжении всего вегетационного периода. Создавшаяся негативная ситуация при органической системе удобре-

Таблица 3. – Количество колониобразующих единиц (КОЕ) шт/г в зернопропашном севообороте (2018-2019 гг.)

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Горизонт почвы	Вспашка		Минимальная	
			2018	2019	2018	2019
0	0	0-10	$8,2 \cdot 10^9$	$5,9 \cdot 10^7$	$5,5 \cdot 10^9$	$3,2 \cdot 10^7$
		10-20	$6,1 \cdot 10^9$	$3,8 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^7$
		20-30	$4,3 \cdot 10^8$	$4,5 \cdot 10^6$	$5,0 \cdot 10^8$	$2,9 \cdot 10^6$
0	$N_{180}P_{180}K_{180}$	0-10	$3,6 \cdot 10^{11}$	$6,5 \cdot 10^7$	$6,5 \cdot 10^{10}$	$4,0 \cdot 10^7$
		10-20	$5,4 \cdot 10^{11}$	$4,2 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^{10}$	$3,2 \cdot 10^7$
		20-30	$5,0 \cdot 10^{10}$	$5,0 \cdot 10^6$	$6,3 \cdot 10^9$	$3,0 \cdot 10^6$
Навоз 80 т/га	0	0-10	$5,3 \cdot 10^{11}$	$7,0 \cdot 10^7$	$7,3 \cdot 10^{10}$	$4,3 \cdot 10^7$
		10-20	$4,4 \cdot 10^{11}$	$5,2 \cdot 10^7$	$6,3 \cdot 10^{10}$	$4,0 \cdot 10^7$
		20-30	$6,2 \cdot 10^{10}$	$5,1 \cdot 10^6$	$6,7 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^6$
Навоз 80 т/га	$N_{180}P_{180}K_{180}$	0-10	$5,8 \cdot 10^{11}$	$7,2 \cdot 10^7$	$8,1 \cdot 10^{10}$	$4,5 \cdot 10^7$
		10-20	$5,2 \cdot 10^{11}$	$5,6 \cdot 10^7$	$5,4 \cdot 10^{10}$	$4,3 \cdot 10^7$
		20-30	$8,8 \cdot 10^{10}$	$9,8 \cdot 10^7$	$7,2 \cdot 10^9$	$8,7 \cdot 10^7$

ний усугубилась возникшим острым дефицитом элементов минерального питания растений. В данном случае возникла ситуация, когда установленная потенциальная биологическая активность почвы не соответствует показателям её актуальной активности. Органоминеральная система удобрений способствует оптимальному функционированию микробного почвенного сообщества.

Количество колониобразующих единиц в шт/г при вспашке в верхнем, аэрируемом слое почвы в зернотравянопропашном севообороте составило $9,1 \cdot 10^7$ в зернопропашном $7,2 \cdot 10^7$ с последующим сокращением численности сапрофитных микроорганизмов по глубине. Показатели общей биологической активности почвы адекватно отражают данные по численности сапрофитных микроорганизмов в период максимального потребления растениями элементов минерального питания.

Библиографический список.

1. Аристовская, Т.В. Микробиология процессов почвообразования / Т.В. Аристовская. – Новосибирск: Наука, 1988. – 188 с.
2. Титова В.И., Козлов А.В. Методы оценки функционирования микробиоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества. – Н. Новгород: НГСХА, 2012. – 64 с.
3. Kennedy A.C. et al., Microbial characteristics of soil quality / Kennedy, R.J. Rapendick // Journal of Soil and Water Conservation. – 1995. – № 3. – Р. 243-248.
4. Мишустин Е.Н. Ассоциация почвенных микроорганизмов. – М.: Наука, 1975. – 125 с.
5. Лазарев А.П. и др. Целлюлозолитическая активность чернозема обыкновенного лесостепной зоны Ишимской равнины // А.П. Лазарев, Ю.И. Абрамин, Л.Л. Гордеюк / Почвоведение. – 1997. – № 10. – С. 1230-1234.
6. Prescott C.E. Litter decomposition: what controls it and how can we alter it to sequester more carbon in forest soils? Biogeochemistry, 101. – 2010. – 133-149.
7. Ласомова Т.В. Свойства дерново-подзолистой легкосуглистой почвы в зависимости от способов обработки и систем удобрений // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – №9. – С. 5-7.
8. Зинченко С.И. Оценка влияния приемов основной обработки на водно-физические, эколого-биологические свойства серой лесной почвы / С.И. Зинченко, М.К. Зинченко, А.А.

Безменко и др. // В сб.: Международный агроэкологический форум. – СПб: Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства. – 2013. – Т.3. – С. 213-219.

9. Garcia-Oliva F., J.F.G. Loncho, N.M. Montano. Soil carbon and nitrogen dynamics followeg by a torestto – pasture corvension in western Mexico // Agroforestry System. – 2006. – v.66. – P. 93-100.

10. Сычев В.Г., Цыгуткин А.С. Продовольственная безопасность страны и мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения // Плодородие. – 2003. – №5. – С. 6-9.

11. Гатаулина Г.Г., Цыгуткин А.С. Основа белковой независимости // Белый люпин. – 2014. – №2. – С. 2-6.

12. Тютюнов С.И., Соловиченко В.Д., Логвинов И.В., Самыкин В.Н. Плодосменный севооборот основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в условиях биологизации Белгородской области // Плодородие. – 2014. – №1. – С. 28-30.

13. Агрохимический словарь. Термины и определения. – М.: Агроконсалт, 1999. – 48 с.

14. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. – Белгород: «Отчий край», 2013. – 371 с.

15. Тютюнов С.И., Шаповалов Н.К., Солнцев П.И. Эффективность интенсификации технологий возделывания сахарной свёклы // Сахарная свекла. – 2014. – № 9. – С. 36-37.

16. Тютюнов С.И. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья России // Автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук. – Курск, 2005. – 44 с.

17. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

18. Азаров А.В. Численность сапрофитных микроорганизмов в пахотном горизонте чернозема типичного на различных объектах землепользования / А.В. Азаров «Фундаментальные основы создания систем земледелия с целью сохранения и воспроизводства окружающей среды». – Белгород, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», 2018, С 8-10.

19. Азаров А.В. Заселенность пахотного слоя чернозема типичного сапрофитными микроорганизмами в зависимости т интенсивности его использования / А.В. Азаров // Сборник «Экологии, ресурсосбережения и адаптивная селекция». – Саратов, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока, 2019. – С 27-32.

УДК 631.811.1:2:3

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КУКУРУЗЫ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Азаров В.Б., Кластер Н.И.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет
имени В.Я. Горина», г. Белгород, Россия

E-mail: ipkabsaa@mail.ru

Резюме: В статье представлены результаты исследования по определению изменения показателей плодородия в черноземе типичном Белгородской области и продуктивности кукурузы при различных технологиях ее возделывания.

Ключевые слова: черноземы, азот, кукуруза, продуктивность, агротехнологии

Summary: The article presents the results of a study to determine the changes in fertility in the typical black soil of the Belgorod region with different technologies of maize cultivation in seed farming.

Key words: black soil, nitrogen, density, corn, production, agriculture

Приоритетными направлениями в развитии агропромышленного комплекса области являются развитие птицеводства, свиноводства и молочного

животноводства [3].

В связи с этим планируется расширить посевы кукурузы с целью получения высококачественного зерна, служащего основой для производства комбикормов для животноводства [5].

Однако в современных условиях на первый план выходит повышение рентабельности агротехнологий, отказ или сокращение дорогостоящих операций и приобретений [4]. Главная задача в этом случае – задействовать внутренние резервы для обеспечения растений питательными элементами и создания благоприятных условий минерального питания. Одним из таких приемов является внесение местных органических удобрений как источника свежего органического вещества и поступления в почву элементов питания для последующих культур [2].

Цель исследований – изучить влияние органических удобрений в виде свиноводческих стоков и компоста на основе птичьего помета в различных сочетаниях с минеральными удобрениями на урожайность и качественные показатели зерна кукурузы и изменение основных показателей плодородия чернозема типичного.

Для реализации цели исследования предусматривалось решение следующих задач:

- изучить качественный состав органической массы побочных продуктов отрасли животноводства, используемой в качестве удобрения кукурузы;
- определить исходные показатели содержания нитратного и аммонийного азота чернозема типичного опытного участка ООО «семхоз Ракитянский»;
- провести исследования согласно схеме опыта по влиянию изучаемых факторов на изменение плодородия почвы;
- дать оценку удобрительным свойствам изучаемой органики в плане повышения урожайности зерна кукурузы;
- рассчитать экономическую эффективность предлагаемым агротехнологиям возделывания кукурузы.

Варианты опыта:

1. Контроль без применения удобрений
2. Минеральные удобрения на планируемый урожай 120 кг/га д.в. (по азоту)
3. Свиноводческие стоки на планируемый урожай
4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай (осенью 0,5 дозы+весной до посева 0,5 дозы)
5. Куриный помет на планируемый урожай
6. Минеральные удобрения ½ дозы на планируемый урожай
7. Свиноводческие стоки ½ дозы на планируемый урожай
8. Куриный помет ½ дозы на планируемый урожай
9. Свиноводческие стоки+куриный помет по ½ дозы.

Многолетними исследованиями установлено, что в Центрально-Чернозёмной зоне в первом минимуме находится азот, обеспечивающий при внесении оптимальных доз удобрений прирост урожайности зерна кукурузы

на 150 % [1].

Как показывают результаты исследований, осенью 2017 года запасы азота на опытном поле по делянкам в принципе не отличались и составляли величину от 57 до 85 кг/га в верхнем 20-сантиметровом слое почвы и от 49 до 77 кг/га в более нижнем профиле почвы.

Мы провели исследования в три срока: во второй половине апреля перед посевом, во второй половине июня в период максимального потребления и в начале августа, когда формируется початок и происходит закладка будущего урожая.

Как показали результаты лабораторного анализа почвы при поверхностной обработке почвы в слое 0-20 см запасы минерального (суммы нитратного и аммонийного) азота а варианте без применения удобрений перед посевом кукурузы были несколько выше осенних значений (на 21 кг/га), что объясняется минерализацией растительной массы предшествующей озимой пшеницы.

Наибольший интерес, с точки зрения хозяйственной эффективности, представляют варианты опыта по изучению характера действия органических удобрений. Так, при условии внесения свиноводческих стоков на планируемый урожай содержание минерального азота весной даже несколько снижается в верхнем слое, однако по мере вегетации его запасы интенсивно растут, достигая величин 124-139 кг/га в летний период, что создает предпосылки для полноценного развития растений кукурузы. На делянках, где схемой опыта было предусмотрено внесение компоста на основе куриного помета (концентрированного органического удобрения) в верхнем слое почвы были отмечены максимальные запасы азота на уровне 136 кг/га. По мере усвоения растениями азота запасы его снижаются, составляя в начале августа 75 и 60 кг/га соответственно в верхнем и в нижнем слоях чернозема опытного поля.

Определенный интерес вызывает вариант опыта с совместным внесением двух видов органических удобрений – компоста на основе помета и свиноводческих стоков по $\frac{1}{2}$ дозе от полной нормы. В данном случае мы отмечаем постоянный рост концентрации минерального азота в почве именно в верхнем слое почвы. Если весной до посева величина запасов азота была на уровне 106 кг/га, то в июне-августе она возросла до 126 и 140 кг/га соответственно при условии полноценного развития растений кукурузы на этих вариантах. В нижнем слое максимальное содержание отмечено весной – 126 кг/га, затем происходит сокращение запасов.

На удобренных делянках урожайность зерна кукурузы была на уровне 44,3-58,6 ц/га. Минеральные дозы показали прибавку от полной дозы 28-31 ц/га, от половинной – 21-25 ц/га, т.е. минеральные удобрения, внесенные на планируемый урожай, не показали своей оптимальной эффективности.

Органические удобрения в виде свиноводческих стоков повысили урожайность зерна до величин 84,2-96,3 ц/га от полной дозы и до 71,9-76,2 ц/га от половинной.

Компост на основе куриного помета при полной норме внесения на планируемый урожай показал урожайность практически на уровне расчетной –

101,3-116,9 ц/га, а половинная доза, при поверхностной заделке, позволила получить порядка 100 ц/га.

Разделение полной дозы свиноводческих стоков на равные части – осенью и весной позволила дополнительно собрать 7-17 ц/га по сравнению со внесением всей дозы осенью.

Наибольший урожай кукурузы зафиксирован при совместном применении свиноводческих стоков и птичьего компоста – 122,1 ц/га при поверхностном способе обработки почвы.

При уборке культуры был зафиксирован важный факт: на делянках с поверхностной обработкой почвы растения к началу сентября почти полностью высохли, початки были сухие, хорошо выполненные. Данный факт позволяет утверждать, что растения достигли полной спелости и завершили свой физиологический цикл.

На вариантах с глубокой отвальной обработкой почвы, напротив, отмечалась интенсивная зеленая окраска листьев, сочный стебель, влажные початки с зерном высокой влажности. По всем признакам растения кукурузы в данном случае еще продолжали вегетацию, интенсивно потребляли имеющиеся в почве питательные вещества и объективно не показали в момент учета урожайности свою потенциально возможную продуктивность в этом году. Косвенно данный тезис подтверждают высокие запасы азота в почве в нижних слоях, где сосредоточена основная масса продуктивных корней растений кукурузы.

Экономическая эффективность возделывания кукурузы по удобренным вариантам при поверхностном способе заделки показала рентабельность производства на уровне 21-87 %. Лучшими вариантами были технологии внесения полной дозы компоста, дробного внесения свиноводческих стоков и совместное применение стоков и компоста.

При обработке почвы с оборотом пласта уровень рентабельности был несколько ниже. В этом случае даже применение минеральных удобрений не показало высокую экономическую эффективность.

При возделывании кукурузы на зерно необходимо предусматривать совместное внесение компоста на основе птичьего помета и свиноводческих стоков по половинной нормы на планируемый урожай. Способ заделки в этом случае рекомендуется поверхностный.

При условии применения в технологии возделывании кукурузы на зерно глубокой отвальной обработки почвы необходимо скорректировать сроки уборки в сторону удлинения вегетационного периода. Оптимальным сроком при достаточном уровне удобренности рекомендуется конец сентября.

Библиографический список

1. Азаров В.Б. Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения // Автореф. доктора. с-х. наук. – Курск. – 2004. – 46 с.
2. Гридчин В.Т. Основы адаптивного земледелия / В.Т. Гридчин. – Белгород. – 2012. – 336 с.
3. Доклад Губернатора Белгородской области Е.С. Савченко «Об основных итогах социально-экономического развития области в 2017 году» / Заседание Правительства Белгородской области 27 февраля 2018 года.

4. Родионов В.Я., Трусов А.С. и др. Удобрения в современном земледелии / В.Я. Родионов. – Белгород. – 2013. – 122 с.
5. Турьянский А.В. и др. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур в Белгородской области / Справочник. – Белгород, 2007. – 674 с.

УДК 631.895

КОМПЛЕКСНОЕ УДОБРЕНИЕ СУПРОДИТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОДВИЖНОСТЬ ^{137}Cs НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Андреева¹ Н.В., Белова¹ Н.В., Новикова Н.В.

¹Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, 249020 Обнинск, Киевское шоссе, Россия

E-mail: nva2803@yandex.ru

Резюме. В вегетационном опыте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве было изучено влияние нового удобрения Супродит на подвижность ^{137}Cs в почве. Установлено, что с течением времени после попадания ^{137}Cs в почву наиболее существенные изменения в перераспределении форм нахождения радионуклида отмечаются при внесении Супродита.

Ключевые слова: Супродит, удобрения, плодородие почв, яровая пшеница.

Радиоактивное загрязнение агроландшафтов вызывает необходимость разработки приемов и технологий, снижающих негативное действие радионуклидов.

Прочность закрепления радионуклидов в почве зависит от емкости катионного обмена, реакции среды, содержания гумуса и его качества, состава обменных катионов и их соотношения, времени, прошедшего после загрязнения территории [1]. Определение форм нахождения ^{137}Cs или ^{90}Sr в почве является косвенной оценкой их биологической подвижности и характеризует степень закрепления радионуклидов в почве. Биологическая подвижность радионуклидов и их поступление из почвы в растения зависят в первую очередь, от содержания радионуклида в обменной форме, т.е. количества, вытесняемого из почвы растворами нейтральных солей.

Супродит – комплексное удобрение пролонгированного действия, с ярко выраженными сорбционными свойствами по отношению к загрязняющим веществам (радионуклидам и ТМ), содержит 8-13% азота, 11-15% фосфора, 12-19% калия и 30-40% органического вещества. Предназначен для применения на низко плодородных, деградированных почвах сельскохозяйственного назначения и селитебных территориях с целью стабилизации и повышения их плодородия, а также при техногенном загрязнении для снижения перехода загрязнителей в урожай [2].

Целью данной работы является оценка действия нового удобрения Супродит с соотношением N:P:K=1,3:1,5:1,0 на подвижность ^{137}Cs в сравнении с внесением нитрофоски и простых минеральных удобрений (растворы солей NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , KCl- вариант NPK).

Исследования проводились в двухлетнем вегетационном опыте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Схема опыта: 1. Контроль; 2.

$N_{0,15}P_{0,15}K_{0,15}$; 3. Нитрофоска (1,2 г/кг почвы); 4. Супродит (1,4 г/кг почвы).

Простые минеральные удобрения вносили ежегодно перед посевом растений, нитрофоску и Супродит – только в первый год опыта, на второй год изучали последствие. Опытная культура – яровая пшеница.

Основные агрохимические показатели определяли общепринятыми методами: pH_{KCl} – потенциометрическим методом; гидролитическую кислотность – по Каппену; содержание гумуса – по Тюрину; сумму обменных оснований – по методу Каппена-Гильковица, содержание подвижного фосфора и калия – по Кирсанову [3].

Концентрацию стабильных элементов K, Ca, Mg измеряли методом атомной абсорбции в воздушно-ацетиленовом пламени на приборе Varian SpectrAA 250+.

Наши исследования показали, что в первый год опыта независимо от форм и видов применяемых удобрений значительное количество ^{137}Cs , внесенного в водорастворимой форме, прочно закрепляется в почве – до 70-75% от суммарной активности (табл. 1). Комплексные удобрения – нитрофоска и Супродит оказывают наиболее значительное влияние на подвижность ^{137}Cs в почве по сравнению с простыми минеральными удобрениями ($N_{0,15}P_{0,15}K_{0,15}$). Содержание обменного ^{137}Cs при внесении нитрофоски снижается в 1,2 раза, чем в варианте с НРК – в первый год опыта. Следует отметить, что при внесении нитрофоски увеличивается доля труднодоступных для корневого усвоения растениями форм ^{137}Cs в первый год. На второй год опыта в варианте с нитрофоской количество обменного ^{137}Cs в 1,1 раза ниже, чем в первый год.

На второй год опыта внесение $N_{0,15}P_{0,15}K_{0,15}$ в дерново-подзолистую среднесуглинистую почву способствует снижению содержания обменного ^{137}Cs в 1,1 раза. Доля кислоторастворимого (3н HCl) ^{137}Cs в почве возрастает по сравнению с первым годом в 1,1 раза (таблица). Это можно объяснить улучшением калийного режима загрязненной ^{137}Cs почвы [Котик, 1996; Санжарова...2004].

Таблица – Влияние Супродита и нитрофоски на подвижность ^{137}Cs в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве и накопление в зерне яровой пшеницы

Вариант	¹³⁷ Cs, % от суммарного				Кн ¹³⁷ Cs зерном n x 10 ⁻²
	1н А _с NH ₄	1н НСl	3н НСl	прочно- фиксиро- ванное	
1-й год опыта					
N _{0,15} P _{0,15} K _{0,15} + ¹³⁷ Cs	12,1±0,49	7,8±0,25	9,5±0,39	70,6±2,88	3,8±0,6
Нитрофоска + ¹³⁷ Cs	10,5±0,28	7,2±0,31	10,0±0,41	72,3±1,75	2,7±0,4
Супродит + ¹³⁷ Cs	7,1±0,35	6,0±0,28	11,5±0,53	75,4±2,15	1,5±0,2
2-й год опыта					
N _{0,15} P _{0,15} K _{0,15} + ¹³⁷ Cs	10,6±0,52	7,5±0,38	10,9±0,57	71,0±3,42	3,3±0,5
Нитрофоска + ¹³⁷ Cs	9,4±0,41	6,9±0,26	10,8±0,63	72,9±3,05	1,8±0,2
Супродит + ¹³⁷ Cs	6,2±0,29	4,7±0,21	8,8±0,47	80,3±2,07	1,1±0,3

Установлено, что применение Супродита способствует максимальному

снижению содержания ^{137}Cs в обменной форме. Кратность снижения обменного ^{137}Cs при внесении Супродита по сравнению с НРК составляет 1,7 раза как в первый, так и на 2-ой год опыта. Доля подвижного ^{137}Cs (извлекаемого 1н HCl) при заправке почвы Супродитом снижается в первый год в 1,3 раза. При двухлетней инкубации ^{137}Cs и Супродита в почве содержание подвижного ^{137}Cs в 1,6 раза меньше, чем при внесении азота, фосфора, калия в растворимом виде ежегодно (вариант НРК). Внесение Супродита приводит к увеличению количества фиксированного ^{137}Cs , на второй год опыта на 9,3%.

На 2-ой год исследований наиболее существенные изменения в перераспределении форм нахождения радионуклида наблюдались при внесении Супродита, что выражалось в снижении в 1,1 раза ^{137}Cs в обменной форме, а кислоторастворимого – в 1,3 раза по сравнению с начальным периодом внесения ^{137}Cs в почву.

Таким образом, установлено, что применение Супродита способствует максимальному снижению содержания ^{137}Cs в обменной форме. И с течением времени после попадания ^{137}Cs в почву наиболее существенные изменения в перераспределении форм нахождения радионуклида отмечаются также при внесении Супродита.

Библиографический список

1. Сельскохозяйственная радиоэкология /Под ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. – М.: «Экология», 1991г, С 396.
2. Санжарова Н.И., Жигарева Т.Л., Ратников А.Н. Кузнецов В.К. и др. Применение комплексного удобрения «Супродит» в технологиях реабилитации кормовых угодий на радиоактивно загрязненных территориях. Обнинск, ВНИИСХРАЭ, 2010 г. 14 с.
3. Агрохимические методы исследования почв. – М.: «Наука», 1975.

УДК 546.47 633.36/37

КАТИОННЫЙ СОСТАВ И КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦИНКОМ

Анисимов В.С., Санжаров А.И., Анисимова Л.Н., Фригидов Р.А.

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск.

E-mail: vsanisimov@list.ru

Резюме. Для чернозема типичного в диапазоне влажностей 18-40% (1.5ВЗ –НВ) в условиях загрязнения Zn получены данные по содержанию в почвенных растворах основных макро- и микроэлементов K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe. Установлена зависимость кислотности почвенных растворов от влажности почвы.

Ключевые слова: почва, кислотность, Zn, макроэлементы, микроэлементы, почвенный раствор, центрифугирование.

Почвенный раствор представляет собой жидкую фазу почвы, находится в постоянном контакте с твердой и газовой фазой, а, кроме того, является «интерфейсом», связывающим потоки вещества и энергии между вышеуказанными фазами почвы и живой материей. Различные методы позволяют получать

разные фракции почвенного раствора, чем выше прикладываемое давление, тем более прочносвязанная форма влаги может быть получена, вплоть до пленочной влаги [1]. Многочисленные данные говорят о том, что жидкая фаза почвы является энергетически неоднородной [1-3]. Каждое состояние воды в почве может быть охарактеризовано величиной капиллярно-сорбционного (матричного) давления. Именно этим обстоятельством объясняются различия химического состава почвенных растворов, получаемых различными методами (применение вакуума, давления или центробежной силы).

Целью работы являлось изучение в диапазоне продуктивной влаги для типичного чернозема влияния почвенной влаги на катионный состав и кислотность почвенных растворов.

Объектом исследования служил центрифужный почвенный раствор, извлекаемый из почв вариантов опыта «ячмень» и «черный пар». В почву вносили Zn (водный раствор нитрата) в количестве 0, 100, 250 и 500 мг/кг, после чего добавляли питательные элементы в виде водных растворов солей таким образом, чтобы конечная концентрация элементов питания составляла N_{200} , P_{100} и K_{100} . Растения выращивали в вегетационных сосудах в полевых условиях (при увлажнении атмосферными осадками) до стадии полной спелости ячмени (100 сут.). Сосуды с почвой естественной влажности после уборки урожая переносили в условия лаборатории, увлажняли деионизированной водой до наименьшей влагоемкости (НВ) и приступали к процедуре выделения почвенной влаги методом центрифугирования. Влажная почва в вегетационных сосудах-лизи́метрах постепенно подсыхала на воздухе в лабораторных условиях в течение 2-х недель до $W \approx 18-20\%$, что соответствовало ≈ 1.5 ВЗ (влажности завядания). При этом из нее ежедневно извлекались квазиравновесные почвенные растворы.

Результаты исследований. Кислотность квазиравновесных центрифужных почвенных растворов (ЦПР), извлекаемых из почв вариантов «ячмень» и «черный пар» в диапазоне влажностей 18-40 % (1.5 ВЗ – НВ), с увеличением влажности (с разбавлением) незначительно снижалась. Изменения достигали 0.5 ед. рН (рис. 1).

Для большинства вариантов «ячмень» и «черный пар» установлена слабая положительная корреляционная зависимость (тренд) между показателями $W_{\text{почвы}}, \%$ (предиктор) – рН (функция отклика), (рис.1) при сильной вариабельности результативного признака ($pH_{\text{ЦПР}}$), обусловленной, главным образом, присущей почвам пространственной неоднородностью состава и свойств.

Рисунок 1 – Зависимость кислотности квазиравновесных почвенных растворов от влажности почв для вариантов опыта Zn₀, Zn₁₀₀, Zn₂₅₀ и Zn₅₀₀

Наблюдаемое различие в величинах кислотности ЦПР, извлеченных из почв вариантов «ячмень» и «черный пар» (>0,5 ед. pH) объясняется влиянием тест-растений, выращиваемых в одном из вариантов опыта. В результате эквивалентного обмена нитрат-ионов при корневом их поглощении из почвенного раствора на присутствующие в цитозоле гидрокарбонат- и гидроксид-ионы, происходит подщелачивание системы почва – почвенный раствор в прикорневой зоне, и как следствие, уменьшению подвижности в ней ионов ТМ, включая Zn. Проиллюстрировать подобное миграционное поведение Zn в системе почва – растение помогают полученные в ходе вегетационного опыта данные по изменению концентрации ионов оксония в почвенных растворах, приведенные на рисунке 2 а-г.

Поведение ионов различных элементов в жидкой фазе почв определяется не только характеристиками твердой фазы почв, но и физико-химическими характеристиками ионных форм соответствующих элементов, важнейшими из которых являются: величина электроотрицательности элемента (ЭО); его ионный потенциал (ИП) [2,3]. В почвенных растворах определялось содержание основных макроэлементов, присутствующих в форме катионов: Ca (1,00; 19,2), Mg (1,30; 27,0), K (0,82; 7,5), а также исследуемого микроэлемента – Zn(II) (1,65; 24,1). В скобках приведены величины ЭО; ИП [2].

Рисунок 2 – Динамика изменения pH почвенных растворов, извлеченных из типичного чернозема (варианты – «вегетационный опыт» и «черный пар») в течение вегетационного периода: а) Zn_0 ; б) Zn_{100} ; в) Zn_{250} ; г) Zn_{500}

Для ЦПР вариантов «ячмень» и «черный пар» (Zn_0 , Zn_{100} , Zn_{250} и Zn_{500}) установлена обратная корреляционная зависимость (от слабой до сильной) между показателями $W_{\text{почвы}}$ (предиктор) – концентрация исследуемых металлов (Zn, Ca, Mg и K) в ЦПР (функция отклика). Связано это, скорее всего, с эффектом разбавления ЦПР при высокой влажности почв.

Фактор различной кислотности оказывает существенное влияние на массовую долю Zn, Ca, Mg и K в почвенных растворах. В более кислых растворах варианта «черный пар» Zn_0 концентрация Zn, в среднем, в 1.27 раза превышала концентрацию металла в растворах варианта «ячмень» во всем диапазоне исследуемой влажности почв. Для Ca, Mg, и K данные величины составляли, соответственно, 1.29, 1.26 и 1.97 раза. Для ЦПР, извлеченных из почв вариантов «ячмень» и «черный пар» Zn_{100} отношения концентраций металлов составили 1.86, 1.13, 1.24 и 2.49 для Zn, Ca, Mg, и K. Для ЦПР, извлеченных из почв вариантов «ячмень» и «черный пар» Zn_{250} и Zn_{500} отношения концентраций металлов Zn, Ca, Mg, и K составили 2.41, 1.78, 1.94, 3.69 и 3.57, 2.17, 2.32, 3.63. Тем не менее, отношение Ca/Mg в ЦПР достоверно не различалось для вариантов «ячмень» и «черный пар» и, в среднем, составляло 7.53 ± 0.51 .

Библиографический список

1. Трофимов С.Я. Караванова Е.И. Жидкая фаза почв: учебное пособие по некоторым главам курса химии почв. – М.: «Университетская книга», 2009. – 112 с.
2. Sposito G. The Chemistry of Soils (2-nd edition). NY. Oxford Univ. Press. 2008. – 329 p.
3. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. CRC Press. London, 2011. – 505 p.

УДК: 633.16:631.8

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Артюхова О.А.¹, Гладышева О.В.¹, Свирина В.А.¹, Политыко П.М.²

¹ Институт семеноводства и агротехнологий –

филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения

«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

(ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ),

Рязанская область, Рязанский район, с. Подвязье, ул. Парковая, д. 1

E-mail: oksana.sukhryakova@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

(ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка»)

Резюме: Приведены результаты применения различных норм минеральных удобрений и средств защиты растений на урожайность и качество новых сортов ярового ячменя Владимир, Надежный и Яромир в условиях Рязанской области за 2017-2019 гг. Применение минеральных удобрений и средств защиты оказало положительное влияние на элементы структуры урожая культуры, а также на выход зерна сортов Владимир, Надежный и Яромир в среднем за три года на: 53,0 %, 57,1 % и 51,9 % соответственно. Выявлены технологии, позволяющие получать наибольший урожай зерна для каждого сорта в условиях юга Центрального Нечерноземья.

Ключевые слова: ячмень пивоваренный, сорт, урожайность, технологии возделывания, качество зерна.

Summary: The results of applying various norms of mineral fertilizers and plant protection products on the yield and quality of new varieties of spring barley Vladimir, Nadezhny and Yaromir in the conditions of the Ryazan region for 2017-2019 are presented. The use of mineral fertilizers and protective agents had a positive effect on the elements of the structure of the crop yield, as well as on the yield of grains of varieties Vladimir, Nadezhny and Yaromir on average over three years by: 53,0 %, 57,1 % and 51,9 .%, respectively. Technologies have been identified that make it possible to obtain the largest grain yield for each variety in the conditions of the south of the Central Non-Black Earth Region.

Key words: brewing barley, variety, productivity, cultivation technologies, grain quality.

Введение. Ячмень – одна из основных полевых культур, возделываемая как на кормовые, так и на пивоваренные цели. Наиболее экономически выгодно использовать ее как сырье для пивоваренной промышленности. В настоящее время потребность в солоде составляет 1,3-1,4 млн.т., которая обеспечивается в основном зерном зарубежных сортов [1, 2].

Формирование продуктивности сельскохозяйственных культур зависит как от генотипических и физиолого-биохимических особенностей видов и сортов, так и от их взаимодействия со средой, поэтому получение хорошего урожая, возможно только при оптимальном сочетании всех факторов [3, 4].

Цель исследований – разработать технологию выращивания сортов ярового ячменя на пивоваренные цели в условиях Рязанской области на темно-серых лесных почвах.

Материалы и методы. Исследования проводятся в Рязанской области в ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ Рязанского района (2017-2020 гг.).

Опыт трехфакторный: **фактор А** – сорта ярового ячменя (Владимир, Надежный, Яромир); **фактор В** – дозы минеральных удобрений с градацией по каждому сорту (N₀P₀K₀, N₃₀P₃₀K₃₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀); **фактор С** – средства защиты растений.

Система обработки почвы состояла в бороновании зяби БЗСС-1,0 на глубину 3-4 см, предпосевной культивации. Посев проведен сеялкой СЗУ-3,6 с нормой высева семян 5,3 млн. всхожих зерен на 1 га. Семена заблаговременно протравлены, согласно схеме опыта (Таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Сорт	Схема удобрений в опыте	Схема защиты растений
Владимир	N ₀ P ₀ K ₀	Виал ТТ 0,5 л/т + Табу 0,5 л/т (протравливание семян перед посевом); 2017 г.: Борей 100 г/га + Диален супер 0,7 л/га + Химстар 0,15 л/га (период вегетации)
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	
Надежный	N ₀ P ₀ K ₀	2018 г.: Борей 100 г/га + Диален супер 0,7 л/га + Мортира 20 г/га (период вегетации)
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	
Яромир	N ₀ P ₀ K ₀	2019 г.: Борей 100 г/га + Диален супер 0,7 л/га + Мортира 20 г/га (период вегетации)
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	

Учетная площадь деланки – 108 м². Повторность – трехкратная.

Результаты и их обсуждения. По количеству осадков и температурному режиму, наиболее благоприятным для роста и развития растений ячменя ярового был 2017 г., показатели которого находились на уровне среднемноголетних значений. Тогда как 2018 г. отмечен сильной почвенной и воздушной засухами в начале вегетации растений (дефицит осадков достигал 12,2 ... 44,4 мм). Год 2019 – повышенные температуры с достаточным количеством осадков в первой половине вегетации и приближением к среднемноголетним значениям по температурному режиму и уменьшением количества осадков во второй половине.

Для выявления действия минеральных удобрений и средств защиты растений на урожай и качество зерна важное значение имеет анализ структуры урожая (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на структуру и урожайность сортов ярового ячменя 2017-2019 гг.

Сорт	NPK	Защита	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	± к контролю	
			min - max	min - max	min - max	min - max	т/га	%
Владимир	0	1	15,8-21,6	0,6-1,1	46,9-56,6	1,47-3,21	-	-
		2	15,9-22,2	0,6-1,1	47,1-56,8	1,62-3,55	+0,15 - + 0,34	9-10
	30	1	17,7-21,8	0,9-1,2	50,0-57,3	2,31-4,22	+0,57 - +1,01	31-57
		2	17,8-22,2	1,0-1,3	50,0-57,9	2,33-4,69	+0,59 - +1,48	34-68
	60	1	20,7-23,0	1,0-1,3	50,9-58,6	2,53-4,85	+0,79 - +1,64	45-76
		2	21,2-23,0	1,1-1,3	51,1-59,5	3,14-4,90	+1,40 - +1,69	52-115
	90	1	19,1-24,2	1,0-1,4	51,4-60,1	3,12-4,41	+1,20 - +2,33	37-158
		2	19,2-24,3	1,1-1,4	52,4-60,3	3,17-4,87	+1,43 - +2,55	51-173
Надежный	0	1	13,0-17,7	0,6-0,9	43,8-50,3	1,79-3,81	-	-
		2	13,3-17,7	0,6-0,9	44,1-50,2	1,80-3,93	+0,01 - +0,15	0,6-6
	30	1	14,9-20,0	0,6-1,0	46,6-51,3	2,59-4,38	+0,57 - +0,80	14-44
		2	15,8-20,2	0,6-1,0	46,6-53,4	2,64-4,86	+0,85 - +1,05	27-47
	60	1	17,2-20,3	0,7-1,0	47,6-54,4	3,96-6,17	+1,51 - +3,63	39-121
		2	17,8-20,7	0,7-1,1	47,7-54,0	4,10-6,27	+1,71 - +3,73	44-147
	90	1	16,1-21,2	0,8-1,0	48,1-52,3	3,13-4,77	+0,96 - +1,56	25-74
		2	17,1-21,5	0,8-1,0	48,6-52,7	3,44-5,65	+1,50 - +3,11	39-122
Яромир	0	1	15,2-20,5	0,6-1,0	42,8-52,0	1,82-3,85	-	-
		2	15,3-21,5	0,6-1,1	44,7-51,6	1,91-4,03	+0,09 - +0,54	4-26
	30	1	16,8-21,6	0,6-1,1	45,3-54,5	2,27-4,90	+0,45 - +1,05	24-27
		2	17,1-21,6	0,7-1,1	46,0-54,4	2,32-5,02	+0,50 - +1,17	27-43
	60	1	19,2-23,4	0,8-1,1	47,0-54,0	2,41-5,72	+0,59 - +2,16	32-104
		2	19,4-23,6	0,8-1,1	47,0-54,1	2,49-5,76	+0,67 - +2,22	36-107
	90	1	19,1-24,5	0,9-1,4	48,4-55,5	3,45-5,64	+1,63 - +4,27	46-111
		2	20,4-24,6	1,0-1,3	48,7-55,7	4,23-5,93	+2,09 - +3,52	54-170

Примечание: 1 – необработанные; 2 – обработанные

Количество зерен в колосе сортов ячменя колебалось от 13,0 до 24,6 шт. Максимальные значения данного показателя приходились на оптимальный 2017 год и увеличивались в среднем за три года для сортов: Владимир на 2,7-21,3 %, Надежный на 7,3-30,5 %, Яромир на 3,3-22,4 % в сравнении с контролем. Применение минеральных удобрений и средств защиты растений существенно повышало массу зерна с одного колоса, увеличивая ее от 0,1 до 0,5 г. Масса 1000 зерен увеличилась на 1,4-9,4 % у сорта Владимир, 2,7-7,5 % у сорта Надежный и на 2,0-9,5 % у сорта Яромир в среднем за три года.

Внесение минеральных удобрений и обработка средствами защиты помогали снизить зависимость показателей структуры от метеоусловий года, что обеспечило получение хорошего урожая культуры (таблица 2).

В среднем за три года урожайность сортов ярового ячменя возросла с повышением норм внесения минеральных удобрений до 28,8 % при (NPK)₃₀, 67,3 % при (NPK)₆₀ и 70,8 % при (NPK)₉₀, а обработка посевов средствами защиты растений увеличила выход зерна в 1,1 раза в сравнении с необработанными вариантами. Наибольшую стабильность в получении хорошей урожайности за годы исследований проявил сорт Надежный (от 5,52 до 6,27 т/га на фоне минерального питания (NPK)₆₀ и средствами защиты).

Использование зерна ячменя на пивоваренные цели определяется его био-

химическим составом (таблица 4). Для пивоваренной промышленности требуется ячмень, уровень белка которого не больше 12 % (ГОСТ 5060-86). Лучшим считается зерно с содержанием от 10,7 до 11,2 %, соответствующее стандарту, принятому Европейской пивоваренной конвенцией (ЕВС) [5].

Таблица 3 – Показатели качества зерна сортов ярового ячменя в среднем 2017-2019 гг.

Сорт	NPK	Белок, %	Экстрак- тивность, %	Вырав- ненность, %	Мелкое зерно, %	Энергия прорас- тания, %
Владимир	0	9,6	80,1	95,7	0,3	93,9
	30	11,1	80,1	98,2	0,1	97,0
	60	12,0	79,8	98,6	0,1	97,1
	90	12,4	79,5	98,7	0,2	98,5
Надежный	0	8,0	80,3	96,1	0,6	96,2
	30	8,9	80,3	96,4	0,3	97,5
	60	10,3	80,8	95,6	0,2	98,1
	90	10,2	81,1	98,7	0,03	98,1
Яромир	0	8,9	79,7	91,3	0,5	93,8
	30	9,9	80,0	93,4	0,5	97,8
	60	11,3	80,0	94,9	0,5	97,2
	90	11,2	80,0	95,4	0,4	97,3
Норма для класса зерна ГОСТ 5060-86		Не >12 %	79* 76**	85 60		

Примечание: * - первый, ** - второй класс

Полученное зерно сортов ярового ячменя отвечало требованиям ГОСТ 5060-86 и относилось к первому классу. При использовании минеральных удобрений отмечена тенденция повышения качества продукции. В вариантах с применением $N_{30}P_{30}K_{30}$ содержание белка возрастало на 15,6 %, 11,3 % и 11,2 % (Владимир, Надежный и Яромир соответственно), а с двойной дозой $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 25,0 %, 28,8 % и 27,0 %. Показатель энергии прорастания колебался от 93,8 до 98,5 %. Процентное содержание мелкого зерна уменьшалось с повышением доз вносимых удобрений. Энергия прорастания в пределах 93,9-98,5 %.

Заключение. В условиях Рязанской области оптимальной технологией возделывания ярового ячменя Надежный на пивоваренные цели, обеспечивающей получение хорошей урожайности и высокого качества является технология с применением средств защиты и фоном $(NPK)_{60}$ (2017 г. – 5,52 т/га, 2018 г. – 4,10 и 2019 г. – 6,27 т/га).

Сорта Владимир и Яромир проявили большую зависимость от метеорологических условий, поэтому с экономической точки зрения (с целью стабилизации показателей рентабельности) можно рекомендовать выращивание данных сортов с применением средств защиты и минеральных удобрений в дозе $(NPK)_{90}$.

Библиографический список

1. Войтович Н.В., Ерошенко Н.А. Влияние технологий возделывания на урожайность и качество зерна сортов пивоваренного ячменя // Агрохимический вестник. – 2011. – № 5. – С.

9-11.

2. Темирбекова С.К., Афанасьева Ю.В., Куликов И.М., Ковалева О.Н., Ионова Н.Э. Исходный материал для селекции ярового ячменя в Центральной Нечерноземной зоне // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 6. – С. 19-23.
3. Лобков В.Т. Плодородие без «химии»: основы биологизации земледелия Центральной России на примере Орловской области: монография / В.Т. Лобков, Н.И. Абакумов, Ю.А. Бобкова, А.И. Золотухин, Н.К. Кружков, В.В. Наполов, С.А. Плыгун, М.Ф. Цой. – Орел: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2016. – 160 с.
4. Андрианова Ю.Е. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю.Е. Андрианова, И.А. Тарчевский – М.: Наука, 2000. – 135 с.
5. Левакова О.В., Ерошенко Л.М., Ерошенко А.Н., Ромахин М.М. Селекция ярового ячменя в Центральном регионе РФ // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 1. – С. 35-38.

УДК 631

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ БОРЬБЫ С ВОДНОЙ ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ.

Архипов А.С.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск

E-mail: sasha-vidhar@yandex.ru

Резюме. Почва – уникальное природное образование, а её главное свойство – плодородие, является основой для производства подавляющей массы продуктов питания. И если не вести борьбу с эрозией почвы, которая является наиважнейшей угрозой исчезновения плодородного слоя, то человечество прекратит своё существование.

Ключевые слова: эрозия почв, гидротехнические методы борьбы, агроландшафт, подстилающая поверхность, овраг, залужение и выполаживание.

Эрозию почв принято различать по факторам, воздействующим на данный процесс. Выделяют два фактора:

- Вода
- Ветер

Также выделяют две причины:

- Естественная
- Антропогенная

В данной статье будет рассматриваться именно водная эрозия, так как является наиболее опасной и представляет собой более сложный и быстрый процесс по времени.

Сам процесс водной эрозии представляет собой: смыв и размыв грунтов поверхностным стоком постоянным и временным водным потоком [1]. Согласно общепринятой классификации, водная эрозия подразделяется на следующие виды:

- Капельная – разрушение поверхностных грунтов под воздействием дождевых капель.
- Линейная – размыв пород сосредоточенными водными потоками.
- Оплывина – перемещение в виде потока насыщенных водой до текучего состояния некоторых разновидностей песчано-глинистых пород нару-

шенной структуры (пылеватых песков и глин, лессовидных суглинков, лессов и т.п), которые растекаются по площади (площадкам уступов) под углом 4°-6° и менее.

- Плоскостная – послойный смыв (размыв) пород рассредоточенным (рассеянным) водотоком.
- Склонная – размыв и смыв грунтов водными потоками, стекающими по склону [2].

Негативное воздействие данных процессов, в частности экономические потери, можно минимизировать с помощью гидротехнических сооружений и взаимодополняющих мер борьбы с водной эрозией. В свою очередь мероприятия и конструкции противоэрозионных сооружений должны обеспечивать защиту от возникновения и развития не только эрозии, но и от родственных процессов и проектироваться на основе и с учётом:

- природных условий;
- нагрузок и воздействий;
- особенностей эксплуатации;
- экологических требований;
- возможности использования местных строительных материалов.

Применение гидротехнических методов борьбы с эрозией почв, активно стали изучать и внедрять после выхода постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 20 марта 1967 года. «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии» в районах с большим количеством склоновых и эродированных земель [3], что составляет значительную площадь Курской области. Территория области расположена на юго-западных склонах Среднерусской возвышенности и характеризуется наличием древних и современных форм линейной эрозии – густой сети сложно-разветвлённых речных долин, оврагов и балок расчленивших водораздельные поверхности, что определяет пологоволнистый, слегка всхолмлённый равнинный рельеф [1]. В формировании эрозионного рельефа, главную роль сыграли текущие воды, т.е. сток талых вод.

Таким образом, делая выводы из вышесказанного, видно, что водная эрозия почвы главным образом зависит от подстилающей поверхности, которая играет ключевую роль в формировании агроландшафта, а так же от неравномерности выпадения и распределения осадков. Важной, подстилающая поверхность, является потому, что выполняет базовую функцию в взаимодействии почвы с атмосферой в процессе тепло- и влагообмена [4]. На количество и распределение осадков повлиять практически не возможно, но можно корректировать направление и количество сточных вод, которые агрессивно воздействуют на подстилающую поверхность и меняют агроландшафт в худшую сторону.

Наиболее экономичным и менее затратным по времени, являются габионные конструкции, представляющие собой объёмные сетчатые конструкции различной формы из проволоочной кручёной сетки с шестиугольными ячейками (сота́ми) заполненными камнями [2]. Данный вид конструкций можно при-

менять для оборудования оврагов находящихся на территории посевной площади, в целях препятствия их дальнейшего разрушения водными стоками, и образования промоин, которые представляют собой начальную стадию линейной эрозии. Данная форма эрозии является основной в Курской области. В случае отсутствия своевременных мероприятий и сооружений противоэрозионной защиты при воздействии атмосферных осадков в виде снега и дождя, промоины углубляются и перерастают в овраги, которые представляют собой уже глубинную форму эрозии.

Водная эрозия – сложный и многофакторный процесс, поэтому и меры по защите и предотвращению её разрушающего влияния на почвы должны применяться в комплексе с другими противоэрозионными мероприятиями, которые будут взаимоусиливать эффект. К таким противоэрозионным мероприятиям можно отнести агролесогидромелиоративный комплекс, исследования которого проводятся на опыте, который был заложен в 1982 году в ОППХ «Панинское» Медвенского района Курской области на ложбинно-балочных водосборах [5,6]. На опыте проводится мониторинговая оценка эрозионно-гидрологических процессов и оценка продуктивности агроландшафтов с момента закладки и по сегодняшний день.

Приведённый в данной статье комплекс мер, позволит значительно ослабить воздействие водной эрозии на агроландшафт, и тем самым увеличить полезную площадь посевов.

Библиографический список

1. http://wikipedia.org/wiki/Курская_область // Электронная энциклопедия.
2. СП 425.1325800.2018. Инженерная защита территорий от эрозионных процессов. Правила проектирования. // Engineering protection of territories from erosion. Design rules. Дата введения: 2019.06.11. – 3-5 с.
3. Научно-технический бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии». // Выпуск 4, 1974 г. – 6-7 с.
4. <http://bse.sci-lib.com/article090444.html> // Большая советская энциклопедия
5. Подлесных И.В. Контурная организация территории как пример адаптивно-ландшафтной системы земледелия. [Электр] / И.В. Подлесных, Т.Я. Зарудная // «Современные тенденции аграрного комплекса» (Материалы Международной научно-практической конференции) с. Солёное Займище. ФГБНУ «ПНИИАЗ». – Солёное Займище, – 2016. С.371-376
6. Подлесных И.В., Зарудная Т.Я., Надеин С.В. Влияние адаптивно-ландшафтной системы земледелия на эрозионные процессы и влагонакопление // сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции «Почвозащитное земледелие в России» посвящённой 45-летию Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, 15-17 сентября 2015 года. Курск, 2015. – С. 245-252
7. <http://centr-pss.ru/goroda/11/kursk-glpr.htm> // Центр проектирования
8. Козьменко А.С. Борьба с эрозией почв. // Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. Сельхозгиз. – Москва, 1954. – 222-228 с.
9. https://studopedia.ru/8_60849_ekologicheskie-problemi-kurskoj-oblasti.html // Экологические проблемы почвенного покрова Курской области.

ОЦЕНКА АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ В АГРОЛАНДШАФТЕ

Афонченко Н.В.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск

E-mail: afonchienko53@mail.ru

Аннотация. В статье приводится краткая история развития агрофизической науки в России и других странах и дается оценка запасов продуктивной влаги, шкала оценка плотности почвы и шкала оценки почвы по её структурному состоянию.

Ключевые слова: почва, агрофизические показатели, оценка, агроландшафт.

В связи с интенсификацией земледелия невозможно полностью оценить воздействие всех применяемых факторов на почву без длительного контроля за состоянием плодородия и агрофизических показателей, определяющих продуктивность и устойчивость агроландшафтов. Особое место при агрофизическом обследовании территории занимает пространственная изменчивость почвенных свойств. Существенные различия, как по обеспеченности почвы питательными элементами, так и физические свойства могут изменяться даже в пределах угодья. Особенно такое варьирование наблюдается в верхней части почвенного горизонта. Неоднородность почвенного покрова создает значительные проблемы в процессе ведения сельскохозяйственного производства, недооценка которых приводит к снижению почвенного плодородия и, как следствие, недобору урожая возделываемых сельскохозяйственных культур [1,2, 3, 4] (Шеин, 2001; Фрид, 2002; Гончаров, 2010, Савоськина, 2015). Основоположником изучения физических свойств почв считается выдающийся русский агроном И.М. Комов (1750-1792). В своей знаменитой книге «О земледелии», изданной в 1788 г. в Петербурге, Комов написал, что «...само земледелие не что иное, как часть физики опытной...», он одним из первых сформулировал принципы изучения гранулометрического состава почв, указав на возможность разделения их на фракции «глина» и «песок» отмучиванием мелкозема в воде [5]. Он рассматривал вопросы улучшения структуры глинистых почв путем добавления в них извести и песка, а песчаных, наоборот, путем добавления в них глины. Другим пропагандистом использования знаний о физических свойствах почв в сельском хозяйстве был выдающийся русский ученый, профессор МГУ Павлов М.Г. Первый том своего пятитомного издания о ведении сельского хозяйства он озаглавил как «Физические основы земледелия». В нем Павлов дал физическое объяснение используемых в земледелии агротехнических приемов. Специальную работу по физике почв, в связи с их обработкой выполнил профессор Н.И. Железнов. Им был впервые предложен прибор для определения сопротивления почв сдавливанию и расклиниванию. В середине 19 века начинается становление агрофизики, связанное в первую очередь с именами двух немецких ученых – Шлюблера и Вольниц. Г. Шлюблер начал экспериментально разрабатывать методы определения механического (гранулометрического) состава, теплопроводности, теплоемкости почв. Он описал такие физические

свойства почв как: плотность твердой фазы, плотность сложения сухой почвы; влагоемкость почвы, скорости испарения воды и поглощения водяного пара, теплоту смачивания, прочность, пластичность, вязкость, теплоемкость и теплопроводность почв. Шлюблер показал, что большое разнообразие показателей физических свойств почв – это отражение единого свойства, как совокупности этих показателей, взаимосвязанных друг с другом. Он объяснил, почему почвы бывают глинистыми, песчаными, влажными и сухими, холодными и теплыми. Мартин Эвальд Вольни, очень интересный ученый с широким профилем работы, основное внимание при изучении физических свойств почвы уделял почвенной структуре – размерности и прочности агрегатов, влиянию структуры на другие физические свойства. Он основал первый в Европе журнал, посвященный агрофизике, – «Исследования в области агрикультур физики». Но, к сожалению, Вольни изучал свойства почв только в лаборатории, на нарушенных образцах, а не в естественном сложении.

Физические свойства почв начали изучать системно в период создания науки о почвах. Этому способствовало не только возникновение науки, но и прошедшая в 1891 году в степных районах России жестокая засуха, вызвавшая страшный голод. Необходимо было понять причины возникновения засух и найти методы ее предупреждения, или методы регулирования водного режима почв. С этой целью были проведены целенаправленные исследования передовых русских ученых, во главе с В.В. Докучаевым. Вопросами изучения физических свойств почв в это время занимались такие известные ученые как П. А. Костычев, А. А. Измаильский, Г.Н. Высоцкий, П.В. Отоцкий. П.А. Костычев впервые научно обосновал роль органического вещества и катиона кальция в агрегировании почв. Н.М.Сибирцев первый предложил классификацию механического (гранулометрического) состава почв. Изучением различных физических свойств почв занимались также В.Р. Вильямс, П.С. Коссович, А.Ф. Лебедев, А.Г. Дояренко, Н.А. Качинский. А.Ф. Лебедев развил представления о существовании в почве двух форм конденсации парообразной воды: молекулярной (адсорбционной) и термической. Особо выделяются работы К.К. Гедройца, который провел блестящие исследования по влиянию обменных катионов на дисперсность и структуру почв. Это была первая попытка изучения свойств почв на молекулярно-ионном уровне. Первым русским агрофизиком по праву считается Алексей Григорьевич Дояренко (1874-1958). Это первый ученый, который дал толчок и направил развитие физики почв как нового научного направления. Это направление привел в систему ученик А.Г. Дояренко - Никодим Антонович Качинский (1894-1976), который основал и развил уже генетическую агрофизическую школу. Н.А. Качинским была организована первая кафедра физики почв (1943). Вопросами изучения почвенной влаги, ее подвижности и доступности для растений занимался С.И. Долгов. Фундаментальное обобщение по водно-физическим свойствам и водным режимам почв сделал Андрей Алексеевич Роде. Его монография "Основы учения о почвенной влаге" отмечена Государственной премией СССР. И.Н. Антипов-Каратаев развил учение о почве, как о полидисперсной системе. Широкую известность в области

изучения структуры почвы получили исследования А.Ф.Тюлина, С.А. Захарова, Н.И. Саввинова, П.В. Вершинина, И.Б. Ревута. В дальнейшем в исследованиях по физике почвы все чаще начинают принимать участие не только почвоведы, но и ученые других специальностей, особенно физики. По инициативе академика А.Ф. Иоффе в 1932 г. в Ленинграде был открыт Физико-агрономический институт. Существенный вклад в развитие теоретических основ физики почв в XX в. внесли и зарубежные ученые. Это американский физик Бакингом, предложивший концептуальную основу исследований по физике поведения воды в ненасыщенных влагою почвах. Он ввел понятие «капиллярный потенциал воды в почве», и показал, что силы, влияющие на равновесие и движение воды в почве, носят консервативный характер и поддаются трактовке в скалярных величинах – потенциалах. Второе важное положение его концепции состоит в том, что закон Дарси применим к оценке движения воды в ненасыщенных водой почвах. Бакингом первый ввел понятие «проводимость» почвы, и установил ее зависимость от влажности. Однако эти идеи Бакингема были реализованы позднее в работах Ричардса, Скофильда, Чайлдса и других, спустя 25-30 лет. Другой американский ученый, физик Бриггс выдвинул концепцию о существовании воды в почве в виде качественно различных форм и категорий. Исследователь Паттен заложил теоретические основы процессов переноса тепла в почвах и теплофизических свойств почв. Процесс познания физических свойств почв в почвоведении продолжается не менее интенсивно, чем и в предыдущие периоды. Это научное направление оформилось в самостоятельную научную дисциплину «Физика почв», как раздел фундаментальной науки «Почвоведение». Большой вклад был внесен в изучение агрофизических свойств почвы такими учеными как Шеин Е.В., Кирюшин В.И., Мазиров М.А., Муха В.Д., Фрид А.С. и другими учеными в настоящее время.

Широкое распространение факторов деградации почвенного плодородия обуславливает необходимость контроля и оценки за состоянием агрофизических показателей. Для этого должны быть выбраны показатели «наиболее информативные из самых значимых». То есть, среди показателей наиболее значимых для оценки агрофизического состояния почв должны быть выбраны те, определения которых обеспечит возможность более рациональной интерпретации информации в сочетании с другими видами исследований. При проведении агрофизической оценки пахотных земель рекомендуется определение влажности, структурного состояния, плотности сложения почвы. Вода имеет огромное значение для роста растений и жизнедеятельности почвенной биоты. Г.Н. Высоцкий сравнил её с ролью крови для живых организмов. Содержание воды (количество на единицу массы или объёма почвы) – влажность почвы является одним из главных показателей агрофизического состояния почвы. Влажность почвы оказывает влияние на плотность почвы, твёрдость, на образование почвенных агрегатов, на доступность питательных элементов для растений, газовый режим [6,7,1]. Стандартным методом определения влажности почвы является весовой метод (прямой метод), а также существуют различные современные экспресс-методы с помощью коэффициентов и градуировок (кос-

венные методы). Оценка запасов продуктивной влаги представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка запасов продуктивной влаги (А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина)

Мощность слоя почвы, см	Запасы воды, мм	Качественная оценка запасов воды
0-20	>40	Хорошая
	40 - 20	Удовлетворительная
	<20	Неудовлетворительная
0-100	>160	Очень хорошая
	160 - 130	Хорошая
	130 - 90	Удовлетворительная
	90 - 60	Плохая
	<60	Очень плохая

При оценке почвенной структуры необходимо учитывать, что это не только один из основных морфолого-генетических признаков почвы, но и важнейший показатель ее агрофизического состояния. Совокупность агрегатов различного размера, формы и качественного состава называется почвенной структурой, а способность почвы распадаться на агрегаты при механическом воздействии – структурностью. Как морфологический признак структура любой формы и размера может быть хорошей или хорошо выраженной (комковато-зернистая, листоватая, столбчатая и т.д.), но не всегда представлять ценность с агрономической точки зрения. К агрономически ценным относятся лишь агрегаты размером от 0,25 до 10 мм. Если при механическом воздействии почва распадается на агрегаты, преимущественно укладываемые в этот интервал, то она считается структурной. В случае, когда почва не распадается на структурные отдельности, а имеет сыпучее состояние, как песок или пыль, то она относится к бесструктурной раздельно-частичной; если представлена большими бесформенными массами, то почва будет бесструктурной глыбистой или массивной. Кроме размера, агрономическая ценность структуры определяется связностью (механической прочностью), водопрочностью. Водопрочность – способность агрегатов длительное время противостоять размывающему действию воды. Зависит она от качества материала, склеивающего механические элементы. Агрономическое значение структуры многопланово. От структурного состояния зависят водный, воздушный и тепловой режимы почвы, с которыми в свою очередь связаны окислительно-восстановительный, пищевой и микробиологический режимы. Как отмечал Н.А. Качинский, «во всех случаях на почвах одного типа, одной генетической разности и в сходных агротехнических условиях структурная почва всегда характеризуется более благоприятными для сельскохозяйственных культур показателями, нежели бесструктурная или малоструктурная».

Для оценки структурного состояния почвы вводится понятие коэффициент структурности. Под ним понимают отношение процентного содержания в почве мезоагрегатов (т.е. агрегатов размером от 0,25 до 10мм) к суммарному процентному содержанию структурных отдельностей менее 0,25 и более 10мм. Чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы. Коэф-

коэффициент структурности определяется следующим выражением: где, диапазоны составляют: больше 1,5 – отличное агрегатное состояние; 1,5-0,67 – хорошее; меньше 0,67 – неудовлетворительное.

Таблица 2 – Шкала оценки почвы по её структурному состоянию

Содержание агрегатов 0,25 100		Оценка структурного состояния (С.И. Долгов и П.У. Бахтин)
Воздушно-сухих	Водопрочных	
80	70	Отличное
80-60	70-55	Хорошее
60-40	55-40	Удовлетворительное
40-20	40-20	Неудовлетворительное
<20	<20	Плохое

Под плотностью почвы понимают отношение массы сухого вещества почвы в ненарушенном естественном сложении к единице объема. В сущности – это масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Плотность сложения почвы – одна из важнейших её характеристик. С ней связаны водный, воздушный, тепловой режимы.

Таблица 3 – Оценка плотности почвы по Н.А. Качинскому

Плотность почвы, г/см ³	Оценка плотности почвы
1,00	Почва вспушена или богата органическим веществом
1,00 – 1,10	Типичные величины для культурной свежеспаханной пашни
1,20	Пашня уплотнена
1,30-1,40	Пашня сильно уплотнена
1,40 – 1,60	Типичная величина для горизонтов различных почв

Заключение: Широкое распространение факторов деградации почвенного плодородия обуславливает необходимость контроля и оценки за состоянием агрофизических показателей.

Библиографический список

1. Шеин, Е.В. Курс физики почв / Е.В. Шеин. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 425с.
2. Фрид, А.С. Оценка плодородия // Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии: Т.2. Теоретические и методические основы воспроизводства плодородия почв сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография / А.С. Фрид, О.Г. Чуян, И.С. Тютюнов, В.Д. Соловиченко. – М.: Почв. ин-т. им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. 2013. – С.17-34. – ISBN 978-5-8125-1887.
3. Гончаров, В.М. Проблема агрофизической оценки комплексного почвенного покрова / В.М. Гончаров // Вестник ОГУ. – 2009. – №6. – С. 560.
4. Савоськина, Щ.А. Изменение структурного состояния дерново-подзолистой почвы под действием разноглубинных приемов обработки / О.А. Савоськина // Коллективная монография «Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии». 2015. – 157 с.
5. Комов, И.М. О земледелии / И.М. Комов. – М.: 1789. – 112 с.
6. Качинский, Н.А. Физика почвы, ч 2. Высшая школа. М.: 1970. – 358 с.
7. Рожков, В.А. Физические и водно-физические свойства почв: Учебно-методическое пособие для студентов специальностей / В.А. Рожков, А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова, Х.Р. Рахматуллоев. - М.: МГУ, 2002. – 73 с.

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА АМИНОАВТОТРОФНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Безуглова О.С.^{1,2}, Горовцов А.В.^{1,2}, Джасим Г.М.Д.¹

¹ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону

E-mail: gh777me@gmail.com

²ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Рассвет

E-mail: lola314@mail.ru

Резюме. Обработка почвы гуминовыми препаратами влияла на численность аминокислототрофов неоднозначно. В зависимости от природы препарата он может способствовать как росту активности этой эколого-трофической группы микроорганизмов, так и ее снижению. Гуминовое удобрение на основе бурого угля Humate Balance достоверно снижало активность микроорганизмов исследуемой группы. Концентрированные гуминовые препараты способствовали росту численности аминокислототрофов в черноземе обыкновенном карбонатном.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, гуминовые препараты, аминокислототрофы.

EFFECT OF DIFFERENT HUMIC PREPARATIONS ON BACTERIA, UTILIZING MINERAL NITROGEN

Bezuglova O.S., Gorovtsov A.V., Jasim G. M. J.

Summary. Soil treatment with humic preparations influenced the number of bacteria, utilizing mineral nitrogen ambiguously. Depending on the nature of the drug, it can contribute to both an increase in the activity of this group of microorganisms and its decrease. Humate fertilizer based on brown coal "Humate Balance" significantly reduced the activity of microorganisms of the studied group. Concentrated humic preparations contributed to an increase in the number of bacteria, utilizing mineral nitrogen in Haplic Chernozem.

Key words: common chernozem, humic preparations, bacteria, utilizing mineral nitrogen.

Введение. Формирование почвенного плодородия в очень значительной степени зависит от взаимодействия растений с почвой и микроорганизмами. Мониторинг микробиологической активности почв предполагает выявление реакции отдельных групп почвенных микроорганизмов на то или иное воздействие. В этом смысле особый интерес представляет группа аминокислототрофных микроорганизмов. Обусловлено это тем, что данные бактерии способны использовать минеральные соединения азота, прежде всего аммонийные соли, и азот атмосферы для синтеза белковых веществ. К аминокислототрофам относят нитрифицирующие микроорганизмы, азотфиксаторы и ряд других групп микроорганизмов.

Объекты и методы. Модельный эксперимент по изучению действия на микробиологическую активность, и, в частности, численность аминокислототрофов, гуминовых препаратов различной природы был заложен с черноземом обыкновенным карбонатным, отобранном из перегнойно-аккумулятивного горизонта (0-25 см) в Ботаническом саду Южного федерального университета. Схема опыта включала 4 варианта:

1. Контроль (почва без добавок);

2. Внесение в почву гуминового удобрения балластной природы Humate Balance, представляющего собой продукт, полученный из леонардита – высококонцентрированного бурого угля;

3. Внесение в почву гуминового препарата Humate Ligno, полученного конверсионным путем из отходов целлюлозобумажной промышленности;

4. Обработка почвы жидким гуминовым препаратом BIO-Don, который представляет собой щелочной экстракт из вермикомпоста.

Действующим веществом всех использованных гуминовых продуктов является комплекс гуминовых кислот и фульвокислот. Содержание их в продуктах различное, поэтому при закладке опыта использовали рекомендации производителей под озимую пшеницу, тем самым выравнивая их по воздействию на почвенное плодородие. Почва компостировалась в сосудах в течение месяца, затем производились посевы на определение микробиологической активности. Аминоавтотрофные микроорганизмы учитывали методом посева почвы на крахмало-аммиачный агар [1].

Результаты и обсуждение. Полученные результаты представлены в таблице 1. Они свидетельствуют, что коэффициент вариации по вариантам опыта составил от 12,46 на контроле, до 32,61 % – на варианте с препаратом BIO-Don, что свидетельствует о приемлемом уровне варьирования признака. Гуматы оказывают разнонаправленное действие на численность аминоавтотрофов. Если удобрение на основе бурого угля Humate Balance снижает на статистически значимую величину численность этой группы микроорганизмов, то Humate Ligno способствует росту этого показателя. Есть тенденция к росту и на варианте с BIO-Don, но ошибка средней превышает разницу в численности бактерий с контролем.

Таблица 1 – Численность аминоавтотрофов в черноземе обыкновенном карбонатном по вариантам опыта с гуминовыми препаратами

№	Вариант	Численность, $n \times 10^6$		V, %
		$M \pm m$	Разница с контролем	
1	Контроль	$32,33 \pm 2,85$	–	12,46
2	Humate Balance	$26,33 \pm 3,18$	– 6,0	17,08
3	Humate Ligno	$40,3 \pm 6,69$	+8,0	23,46
4	BIO-Don	$38,33 \pm 8,8$	+6,0	32,61

Причина такого разнонаправленного действия, вероятно, связана с природой используемого препарата. Humate Balance, приготовленный на основе леонардината, характеризуется более высокой ароматичностью структур, которая в меньшей степени стимулирует микроорганизмы (по сравнению с более молодыми гуматами). Имеет значение, возможно, и высокая сорбционная способность производного леонардита, как следствие, для бактерий может возникать дефицит некоторых микро и макроэлементов, в частности железа [2]. Следует отметить, что эксперимент проводился без растений, которые своими корневыми экссудатами помогали бы извлекать эти

микроэлементы из сорбированного состояния, и это усилило снижение численности микроорганизмов.

Таким образом, в зависимости от природы гуминового препарата он может способствовать как росту активности аминокислототрофов, так и ее снижению.

Библиографический список

1. Асеева И.В., Бабьева И.П., Звягинцев Д.Г., Мирчинк Т.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии, учебное пособие, под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1980. – 223 с.
2. Безуглова О.С. Гумусное состояние почв юга России. Ростов-на-Дону: изд-во СКНЦВШ, 2001. – 228 с.

УДК 663.75:4

ПРОБЛЕМА ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ ЦТЗ И ПКТИ ЕГО РЕШЕНИЯ

Беленков А.И.

Российский государственный аграрный университет – МСХА

имени К.А. Тимирязева, Москва, РФ

E-mail: belenokaleksis@mail.ru

Резюме. В статье рассматриваются отдельные элементы биологизации земледелия в полевом опыте ЦТЗ, связанные с применением пожнивного посева горчицы на сидерат после уборки озимой пшеницы под урожай картофеля будущего года, послеуборочным использованием соломы озимой пшеницы и ячменя, заделкой в почву растительных остатков всех культур.

Ключевые слова. Биологизация земледелия, зернопропашной севооборот, растительные остатки, сидерат, поступление и вынос элементов питания.

Summary. The article discusses certain elements of the biologization of agriculture in the TsTZ field experiment related to the use of stubble mustard sowing on green manure after harvesting winter wheat for next year's potato harvest, post-harvest use of winter wheat and barley straw, and planting of plant residues of all crops in the soil.

Keywords. Biologization of agriculture, crop rotation, crop residues, green manure, supply and removal of nutrients.

В 2007 году в рамках инновационного общеобразовательного проекта в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева впервые в стране в учебном ВУЗе был создан научный Центр точного земледелия (ЦТЗ). Основу Центра составляет полевой опыт общей площадью около 6 га по сравнительному изучению технологий точного и традиционного земледелия в четырехпольном зернопропашном севообороте с чередованием культур: викоовсяная смесь на корм – озимая пшеница с пожновым посевом горчицы на сидерат – картофель – ячмень. В опыте изучаются два фактора – технологии возделывания полевых культур (фактор А) и приемы основной обработки почвы (фактор В). В данной статье рассматривается только один фактор – В. Схемой опыта предусмотрены следующие приемы основной обработки почвы: отвальная на 20-22 см под все культуры севооборота, которая изучалась в сравнении с нулевой (без обработки) под викоовсяную смесь и озимую пшеницу и минимальной на 12-14 см под

картофель и ячмень. Следует добавить, что культуры возделывались с применение минеральных комплексных удобрений с предпосевным внесением нормой 300 кг/га под вику + овес, озимую пшеницу и ячмень, 1 т/га под картофель в расчете на соответствующую планируемую урожайность [1,2,3].

В связи с этим, в качестве элементов биологизации земледелия в опыте рассматривается пожнивной посев горчицы на сидерат после уборки озимой пшеницы, послеуборочное использование соломы озимой пшеницы и ячменя, заделка в почву растительных остатков всех культур зернопропашного севооборота. В течение пяти лет определялась масса пожнивно-корневых растительных остатков по культурам севооборота (таблица 1).

Таблица 1 – Масса пожнивно-корневых остатков и урожайность культур по вариантам опыта, т/га

Культура	Обработка почвы	Масса пожнивно-корневых остатков, т/га / урожайность, т/га					
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
Вика+овес	отвальная	2,54/24,5	2,69/31,2	2,56/25,3	2,33/22,2	1,93/13,8	2,41/23,4
	нулевая	2,65/25,3	2,34/28,9	2,60/27,5	1,3/6,1	1,71/11,5	2,12/19,9
	НСР ₀₅ , т/га	0,13/0,83	0,22/3,07	0,14/3,10	0,85/5,46	0,20/2,2	–
Оз. пшеница	отвальная	2,29/2,75	5,37/6,74	4,60/5,00	4,77/5,39	4,94/5,46	4,39/5,07
	нулевая	3,94/4,59	5,33/6,73	4,99/5,52	4,55/5,09	4,38/4,83	4,64/5,35
	НСР ₀₅ , т/га	1,05/1,42	0,07/0,11	0,28/0,39	0,21/0,24	0,49/0,48	–
Ячмень	отвальная	3,25/3,85	4,48/5,52	3,39/4,03	3,67/4,21	2,88/3,70	3,53/4,26
	минимальная	3,53/4,01	4,31/5,22	3,23/3,99	3,13/4,04	2,92/3,79	3,42/4,21
	НСР ₀₅ , т/га	0,28/0,17	0,12/0,28	0,09/0,19	0,32/0,17	0,06/0,13	–

Обнаружено, что как накопление растительных остатков полевыми культурами, так и их урожайность зависели от технологии возделывания, агроклиматических условий, приема обработки почвы. Анализируя количество пожнивно-корневых остатков, накопленное по отдельным годам различными культурами, следует отметить, что викоовсяная смесь только в отдельные годы, при благоприятных условиях для минимальных обработок, большую массу растительных остатков накапливала на прямом посеве (2014 и 2016 гг.). В остальной период наблюдалось преимущество вспашки, особенно в «провальном» для нулевой обработки 2017 г., когда отмечалась чрезвычайно высокая засоренность кормовой культуры. По большинству лет преимущество лидирующего варианта подтверждается расчетами НСР. В среднем за 5 лет отвальная обработка опережала нулевую по накоплению пожнивно-корневых остатков на 0,29 т/га. Похожая тенденция складывалась по величине формируемой урожайности зеленой массы вики с овсом.

По озимой пшенице картина складывалась следующим образом. Поскольку, в среднем за 5 лет, прямой посев накапливал растительных остатков на 0,25 т/га больше отвальной обработки, прежде всего из-за 2014 г., когда разница урожая между вариантами составила порядка 1,7 раз, то и накопление пожнивно-корневых остатков было в пользу нулевого варианта. В относительно благоприятный по метеоусловиям период наблюдалось преимуще-

ство вспашки. Однако, в среднем за период исследований, нулевая обработка имела преимущество в сравнении с отвальной по урожайности 0,28 т/га. Это свидетельствует о возможности в условиях Нечерноземья под зерновые культуры, в отдельных случаях, применять прямой посев с минимальными затратами [4, 5].

Ячмень, практически, одинаково реагировал на приемы основной обработки, имея преимущество минимальной над отвальной в 2014 и 2018 гг., в остальной период приоритет за вспашкой. Соответственно накапливались имасса растительных остатков под посевами ячменя по вариантам опыта. Средняя за 5 лет разница по массе корней и жнивья находилась на уровне 0,11 т/га, по урожайности она составляла 0,15 т/га в пользу вспашки.

Таблица 2 содержит информацию по массе сидеральной горчицы, возделываемой пожнивно после уборки озимой пшеницы под урожай картофеля будущего года (таблица 3).

Таблица 2 – Масса пожнивной горчицы и урожайность картофеля по вариантам опыта ЦТЗ, т/га

Показатель	Обработка почвы	Годы					среднее
		2013	2014	2015	2016	2017	
Масса пожнивной горчицы, т/га	отвальная	11,8	15,2	6,2	9,5	9,4	10,4
	минимальная	9,8	11,6	6,5	9,6	7,3	9,0
	НСР ₀₅ , т/га	1,4	2,8	0,9	0,5	1,6	-
Урожайность картофеля в следующем году, т/га	отвальная	25,1	31,4	31,0	24,2	27,4	27,8
	минимальная	24,6	26,2	26,7	20,7	25,2	24,7
	НСР ₀₅ , т/га	0,90	1,08	2,11	3,3	2,5	-

По большинству лет отвальная обработка достоверно опережала минимальную по растительной массе горчицы, заделываемой в почву. Только в 2015 и 2016 гг. ее биомасса по вариантам опыта статистически не отличалась. В среднем за 5 лет отвальный вариант имел преимущество над минимальным на 1,4 т/га. Как элемент биологизации данный прием - запашка сидеральной горчицы, в т.ч. послужил причиной более высокой урожайности картофеля по первой обработке. Учитывая, что это не единственная причина, тем ни менее, констатируем, что средняя урожайность культуры по вспашке опережала минимальную обработку на 3,1 т/га. Таким образом, необходимо формирования гомогенного окультуренного слоя почвы под картофель [6].

Важно проследить количество поступивших с пожнивно-корневыми остатками элементов питания и определить их вынос с урожаем (таблица 3).

Следует заметить, что поступление азота с растительными остатками только по вике с овсом превышало над выносом из почвы, по остальным культурам наблюдался дефицит, который покрывался за счет внесения минеральных комплексных удобрений, вносимых перед посевом. Наибольший дефицит

Таблица 3 – Поступление элементов питания с растительными остатками и их вынос с урожаем с.-х. культур, кг/га (в среднем за 2014-2018 гг.)

Культура	Обработка поч- вы	Азот		Фосфор		калий	
		поступ- ление *	вынос	поступ- ление *	вынос	поступ- ление *	вынос
Вика+овес	отвальная	125	133	35	36	108	112
	нулевая	120	116	27	31	80	104
Озимая пше- ница	отвальная	159	206	26	31	69	104
	нулевая	57	181	18	53	58	115
Картофель	отвальная	106	226	25	72	164	139
	минимальная	90	197	22	66	137	120
Ячмень	отвальная	154	196	112	36	64	74
	минимальная	154	208	91	38	69	88

* - поступило в почву с растительными остатками с.-х. культур, в т.ч. с сидератом под картофель [7].

отмечался на картофеле, несмотря на заделку с осени под культуру горчицы на сидерат в предыдущий год. В связи с этим, под картофель вносилось порядка 1 т/га минеральных удобрений, что позволило покрыть дефицит.

Паритет между внесением и выносом фосфора проявлялся на вспашке. Незначительное превышение выноса над поступлением фосфора наблюдалось на прямом посеве этой культуры и на обоих вариантах по озимой пшенице. Более дефицитной в отношении баланса фосфора сложилась ситуация на картофеле. Разница между поступлением и выносом фосфора пропашной культурой оказалась около 3 раз в пользу второй статьи баланса элемента.

Библиографический список

1. Балабанов В.И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие: Учебное пособие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. – 148 с.
2. Беленков А.И., Полин В.Д., Железова С.В. Результаты полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева// "Нивы России" -№5 (160), июнь, – 2018. – С. 42-57.
3. Alexey Belenkov, Mikhail Mazirov, Valeria Arefieva Theoretical and practical aspects of basic soil treatment in the conditions of modern soil management systems in Russia // Eurasian Journal of Soil Science. – 2018. – №7 (4). – P. 300-307.
4. Беленков А.И., Березовский Е.В., Железова С.В. Совершенствование технологии возделывания картофеля в системе точного земледелия // Картофель и овощи. – 2019. – №6. – С. 30-34.
5. Беленков А.И., Шевченко В.А., Трофимова Т.А., Шачнев В.П. Научно-практические приемы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия: монография. – М.: Инфра-М, 2019. – 279 с.
6. Беленков А.И., Чижикова А.И. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистых почв в зависимости от ее обработки// Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сб. докл. межд. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2018. – С. 54-58.
7. Малахов Н.В. Эффективность разноглубинной заделки пожнивного сидерата и соломы в повышении плодородия почвы и продуктивности севооборота в ЦР НЧЗ: автореф. канд. дисс. – 06.01.01. – М., 2019. – 22 с.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ РИСОВЫХ ПОЧВ ПОДВИЖНЫМ КАЛИЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА РИСА

Белоусов И.Е.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»,

г. Краснодар, п. Белозерный, Россия

E-mail: igor_bel06@mail.ru

Резюме. В условиях рисового севооборота изучали обеспеченность различных типов почв подвижными соединениями калия, содержание которых служит критерием обеспеченности растений риса этим элементом. Установлены закономерности изменения обеспеченности рисовых почв калием в зависимости от предшественника риса.

Ключевые слова: рис, почва, калийный режим, плодородие, рисовый севооборот, урожайность.

Summary. In the conditions of rice crop rotation, the provision of various types of soils with easily potassium compounds was studied, the content of which serves as a criterion for their provision with assimilable forms of potassium. The regularities of the change in the provision of rice soils with these compounds, depending on the predecessor of rice.

Key words: rice, soil, potassium regime, fertility, rice crop rotation, yield.

Возделывание риса оказывает существенное влияние на почву и её важнейшее свойство – плодородие. Уровень плодородия почвы характеризуется содержанием химических элементов и физических характеристик, их соотношением, формой связей между ними. Производительная способность почв за короткие промежутки времени (эффективное плодородие) или за более длительный период (потенциальное плодородие) может быть определена на основании свойств и режимов почв и описана с помощью оценочных показателей.

Результаты исследований ВНИИ риса позволили установить, что почвы, занятые под культуру риса, за определённый период времени трансформируются в почвы, которые могут быть выделены как почвы рисовых полей или «рисовые» почвы. С целью определения влияния на обеспеченность рисовых почв подвижными соединениями калия культур рисового севооборота, были отобраны и проанализированы почвенные пробы на лугово-черноземной и луговой рисовых почвах на общей площади 1993 га.

Рисовые лугово-черноземные почвы сформированы на деградированных лессовидных и аллювиальных породах преимущественно тяжелого гранулометрического состава. Это наиболее плодородные почвы, т. к. изначально имеют большую мощность гумусовых горизонтов, а по валовым запасам гумуса мало отличаются от черноземов. Данные почвы характеризуются колебаниями мощности гумусового профиля от 100 до 130 см, реже – до 80 см. Преобладают глинистые разновидности с содержанием физической глины в горизонте “А” от 63 до 73 %, ила 35-44 %, пыли – 45-58 %. В тяжелосуглинистых почвах эти показатели составляют 47, 33 и 44 %, соответственно.

Содержание гумуса в верхнем горизонте рисовых лугово-черноземных почв колеблется от 3 до 4 % и несколько выше. Валовые запасы гумуса в горизонтах А+В варьируют от 300 у среднемощных видов до 450-600 т/га – у мощных и сверхмощных. Валовых азота и фосфора в верхнем горизонте содержится

0,14-0,26 и 0,13-0,20 % соответственно. Обеспеченность подвижными элементами минерального питания достаточно высокая [1].

Рисовые луговые почвы расположены на пониженно-равнинных элементах рельефа. Они сформированы на аллювиальных отложениях глинистого и суглинистого гранулометрического состава. Мощность гумусовых горизонтов луговых почв колеблется от среднемошного (50–80 см) до мощного (80–100 см). Признаки гидроморфизма проявляются уже в пахотном горизонте, достигая максимума в почвообразующей породе. Водно-физические свойства луговых почв довольно разнородны: тяжелые по гранулометрическому составу почвы отличаются высокой плотностью сложения, слитизированностью, пониженной фильтрационной способностью; почвы легкого гранулометрического состава на суглинистых породах обладают повышенной водоотдачей.

Содержание гумуса варьирует в $A_{\text{пах}}$ в диапазоне – от 2,5 до 5,0 %; его валовые запасы колеблются от 200 до 400 т/га. Количества валовых азота и фосфора составляют 0,20-0,25 и 0,18-0,20 % соответственно. Почвы, в основном, хорошо обеспечены элементами минерального питания [1].

Минеральное питание растений риса представляет собой сложный процесс поглощения питательных элементов и их распределения. Оно обуславливает физико-химические изменения различных компонентов клеток, обмена веществ и превращения энергии, роста и развития, продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды, урожайность и качество зерна. Следовательно, для получения высоких урожаев риса важно своевременное удовлетворение потребности растений в необходимых элементах минерального питания.

Калий – третий после азота и фосфора элемент минерального питания, наиболее необходимый растениям. Он усиливает отток питательных веществ из вегетативных органов в генеративные. Улучшение обеспеченности риса калием усиливает рост растений, способствует увеличению площади листовой поверхности, массы зерна и уменьшению количества щуплых зерен в метелке, снижению полегания, сокращению продолжительности вегетационного периода [2].

Широко известна большая роль калия в процессах роста и развития растений риса. Оптимальное питание этим элементом особенно важно в период формирования репродуктивных органов у риса. Наличие достаточных количеств калия в этот период усиливает поглощение азота, обеспечивает благоприятные условия для протекания синтетических процессов, повышает отток ассимилянтов из вегетативных органов в генеративные, оказывая тем самым положительное влияние на процесс налива зерновок. При этом калий оказывает блокирующее действие на высвобождение аммония из фиксированного состояния в почве, уменьшая его доступность растениям, что имеет большое значение при внесении высоких доз азота [2].

Основным источником калия для растений служит почва. Почвы зоны рисосеяния Краснодарского края в среднем содержат 1,45-1,90 % валового калия. Меньше всего его находится в аллювиальных луговых почвах, больше – в лу-

гово-черноземных и лугово-болотных [1]. Однако, при достаточно значительных запасах общих форм этого элемента, содержание доступных для растений форм калия не превышает 3-3,5 %. Среднее содержание подвижного калия в лугово-черноземной почве составляет 18-27 мг/100 г., луговой и аллювиальной луговой – 15-27 мг/100 г, что соответствует низкому или среднему уровню обеспеченности этим элементом [3]. В результате выноса с хозяйственно-ценной частью урожая риса и различных непроемких потерь происходит ежегодное снижение уровня обеспеченности почв подвижными формами калия на 0,7-1,2 %. Начиная с 1989 г. применение калийных удобрений неуклонно снижалось. Анализ их применения в рисоводстве Кубани показал, что после 2000 г. в среднем вносилось около 3-7 кг/га калия. Это приводит к увеличению количества почв с низким содержанием калия.

Применяемые в настоящее время в рисосеющих хозяйствах схемы севооборотов сильно различаются между собой как по насыщенности севооборота рисом (от 50 до 75 % и более), так и по ассортименту парозанимающих культур. Наиболее часто встречающаяся схема включает в себя звено из 2-3 полей риса, за которыми следует парозанимающая культура (соя или озимая пшеница) или агроулучшающее поле (чистый пар), которое используется, как правило, для выполнения капитальной планировки.

Как показали наши исследования, обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом и подвижными соединениями фосфора сильно менялась в зависимости не только от типа почвы, но и предшественника риса [4,5]. Несколько иные закономерности были получены при анализе обеспеченности полей рисового севооборота подвижным калием (табл.).

Таблица – Обеспеченность почв РОС подвижным калием в зависимости от типа почвы и предшественника риса

Обеспеченность	Предшественник					
	соя		АМП		Рис	
	га	%	га	%	га	%
Лугово-черноземная почва						
Низкая	56,3	20,75	30,2	7,72	201,3	71,33
Средняя	147,7	54,44	210,6	53,82	80,9	28,67
Повышенная	44,8	16,52	81,1	20,73	-	-
Высокая	22,5	8,29	69,4	17,73	-	-
Итого:	271,3		391,3		282,2	-
Луговая почва						
Низкая	233,2	47,91	53,5	43,11	234,1	53,46
Средняя	190,1	39,06	52,2	42,06	191,0	43,62
Повышенная	63,4	13,03	-	-	12,8	2,92
Высокая	-	-	18,4	14,83	-	-
Итого:	486,7		124,1		437,9	

Как следует из представленных результатов, обеспеченность изучаемых почв подвижными соединениями калия была, в основном, низкая и средняя. На их долю приходилось 78,7 % земель на лугово-черноземной почве и 91 % – на луговой. При этом не было выявлено четкой зависимости его содержания от предшественника риса. Для менее плодородной луговой почвы по всем изу-

чаемым предшественникам количество почв с низкой и средней обеспеченностью было примерно равным, а на долю земель с повышенной или высокой обеспеченностью приходилось 13-15 %. Только после возделывания риса количество территорий, характеризующихся повышенным содержанием калия, составило всего 3 %, что может быть связано с частичным промыванием подвижных соединений калия в нижележащие горизонты почвы.

Для более плодородной лугово-черноземной почвы распределение территории РОС по степени обеспеченности несколько иное. Так, по предшественникам соя и АМП свыше 50 % земель характеризуются средней обеспеченностью калием. При этом почвы с повышенной и высокой обеспеченностью составляют 24,81 % после сои и 38,46 % после агромелиоративного поля. Для наименее благоприятного предшественника (рис) соотношение несколько иное: 71 % чеков характеризуется низким содержанием и только 29 % – средним. Территорий, характеризующихся повышенным или высоким содержанием подвижного калия по этому предшественнику не было выявлено.

Таким образом, обеспеченность почв рисовой системы подвижными соединениями калия слабо варьирует в зависимости от предшественника риса. Это связано с тем, что содержание этого элемента, в отличие от подвижных форм азота и фосфора, не зависит от изменения окислительно-восстановительных процессов в почве, а определяется, в основном, выносом из почвы с урожаем возделываемых культур, а также, частичным переходом из необменных форм в обменные. Поэтому для поддержания эффективного плодородия почв рисовой системы и компенсации потерь калия из почвы необходимо в обязательном порядке предусматривать внесение органических и минеральных удобрений.

Библиографический список

1. Система рисоводства Краснодарского края /под общ. ред. Е.М. Харитонova – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 316 с.
2. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса /А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.
3. Алешин Е.П., Щукин М.М., Шеуджен А.Х. Содержание и баланс элементов питания в почвах рисовых полей Кубани //Вестник с.-х. науки, 1987. – № 1. – С. 30-34
4. Белоусов И.Е., Кремзин Н.М. Обеспеченность рисовых почв легкогидролизуемым азотом в зависимости от предшественника риса // Научно-практическая конференция, посвященная году экологии в России «Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия» - г. Курск, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии», 20 апреля 2018 г. – С. 58-63
5. Белоусов И.Е., Кремзин Н.М. Обеспеченность рисовых почв подвижным фосфором в зависимости от предшественника риса - //Рисоводство, 2019. – № 3 (44). – С. 84-87

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛУГОВО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РИСА

Бочко Т.Ф.

ФГБОУ ВО «КубГУ», г. Краснодар

E-mail: bochko_tatiana@mail.ru

Резюме. Выполнено сравнительное исследование лугово-болотных почв богарной пашни и рисовой оросительной системы. Установлено, что выращивание риса с затоплением сопровождается изменением морфологических характеристик, а также ионно-солевого состава, содержания и состава гумуса, водно-физических свойств.

Ключевые слова: рисовые почвы, лугово-болотные почвы, культура риса, трансформация, ионно-солевой состав, затопление, гидроморфизм.

Возделывание риса сопряжено с высокими разносторонними антропогенными нагрузками на почву, ведущая роль среди которых принадлежит водному режиму [1]. Культура риса вызывает изменение практически всего комплекса свойств и режимов, ведет к определенной конвергенции химических и физических свойств почв различной генетической принадлежности и позволяет выделять рисовые почвы в качестве самостоятельной таксономической единицы [2, 3]. Однако направленность процессов, степень преобразования и продолжительность периода трансформации зависит от исходного генезиса [4]. В связи с этим представляет интерес изучение изменения строения и свойств почв, степень их трансформированности при вовлечении под культуру риса.

Целью настоящего исследования являлось изучение изменения свойств лугово-болотных почв низовий р. Кубань при выращивании риса. Объектами являлись почвы рисовой оросительной системы и богарной пашни, расположенной в непосредственной близости от нее. Для решения поставленной задачи было проведено их морфологическое обследование и аналитическое изучение комплекса показателей.

Лугово-болотные почвы занимают в дельте р. Кубани 62,7 тыс. га, что составляет более 14 % от ее площади, и являются наряду с аллювиальными луговыми и луговыми одним из основных типов почв на территории молодой дельты. Данные почвы сформировались на озерно-лиманных отложениях преимущественно тяжелого гранулометрического состава.

Результаты морфологического изучения лугово-черноземных почв свидетельствуют, что оба объекта имеют ярко выраженные признаки болотного типа почвообразования: наличие оглеения, негумифицированных обуглероженных растительных остатков, железисто-марганцевых кутан по граням структурных отдельностей, железисто-марганцевых конкреций. Однако почва, используемая под культуру риса более 25 лет, имеет некоторые отличия, заключающиеся в декарбонизации (вскипание от HCl отсутствует по всей толще) и изменении солевого профиля. Это обусловлено, главным образом, разницей в характере водного режима. Для обоих участков характерно длительное переувлажнение части или всего почвенного профиля, но на богарном участке оно

является застойным, обусловленным, главным образом, грунтовыми водами, и приурочено к осенне-зимне-весеннему периоду. На рисовом чеке переувлажнение связано с поверхностным затоплением. В период сброса воды сопровождается вертикальной и горизонтальной фильтрацией, более активным перемещением легкорастворимых соединений и выщелачиванием их в нижележащие горизонты или за пределы почвенного профиля. Факт миграции легкорастворимых солей подтверждается аналитическими данными (таблица 1). В результате указанных процессов происходит рассоление почвы и снижение количества легкорастворимых солей в 1,3-9,8 раза, изменение таксономической принадлежности - переход лугово-болотной солончаковой в лугово-болотную типичную. Наряду со снижением степени засоления изменяется и его химизм: сужается соотношение Cl^-/SO_4^{2-} . Также, очевидно, из-за декарбонизации в верхней части профиля уменьшается величина водородного показателя. Согласно данным водной вытяжки она коррелирует с содержанием гидрокарбонат-иона.

Таблица 1 – Ионно-солевой состав лугово-болотных почв

Генетический горизонт, глубина, см	Содержание поглощенных ионов, % от суммы				$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$	pH	Сумма солей, %	$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}}$
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺				
Богара								
A ₁ (0-18)	87,49	10,55	0,75	1,20	8,29	8,10	0,085	3,53
AB (18-44)	87,48	9,84	2,41	0,26	8,89	8,15	0,104	1,68
Bg (44-102)	80,04	11,62	7,62	0,72	6,89	7,92	0,227	0,18
Апогр.(102-160)	68,74	16,19	14,35	0,70	4,21	7,30	0,664,	0,47
Впогр.(160-190)	66,60	17,14	15,44	0,82	3,88	7,21	1,157	0,09
Рисовая система								
A ₁ (0-9)	77,71	19,40	2,21	0,68	4,00	7,55	0,061	2,16
AB (9-22)	76,07	30,62	2,43	0,90	3,69	7,95	0,085	0,95
Bg (22-44)	74,85	20,45	3,59	1,10	3,66	7,91	0,080	0,26
Апогр.(44-57)	80,54	13,73	4,77	0,96	5,86	7,70	0,140	0,82
ABпогр.(57-77)	70,54	21,13	6,89	1,33	3,34	7,20	0,108	0,33
Впогр.(77-112)	68,79	21,25	8,92	1,04	3,24	7,55	0,126	0,10

Возделывание риса способствовало преобразованию почвенного поглощающего комплекса лугово-болотной почвы. В почве рисового чека установлено уменьшение суммы поглощенных ионов, главным образом, за счет как абсолютного, так и относительного снижения содержания кальция. Вместе с тем заметно возросло количество поглощенного магния. В рамках указанных изменений более чем в 2 раза сузилось соотношение Ca/Mg , что неблагоприятно отражается на свойствах почвы, в первую очередь, ее оструктуренности и водно-физических свойствах. Таким образом, при возделывании риса уменьшается сумма поглощенных оснований и ухудшается состав почвенного поглощающего комплекса.

Почвы богарного участка являются малогумусными, а рисовой системы – слабогумусными. Разница в содержании гумуса между изучаемыми объектами равна 0,6 % (или 0,35 % C), что составляет более 14 % от эталона сравнения (богары) (таблица 2). Это обусловлено, с одной стороны, усилением минерализации органического вещества, что подтверждается отсутствием обуглерожен-

ных остатков в гумусовоаккумулятивном горизонте рисовой почвы, а также перемещением водорастворимых органических соединений по профилю почвы и вымыванием за его пределы.

Таблица 2 – Качественный состав гумуса лугово-болотных почв

Генетический горизонт, глуби- на, см	Собщ., %	% от Собщ.				Сгк/Сфк	C/N
		сумма фракций ГК	сумма фракций ФК	ГК-2	негидро- лизуемый остаток		
Богара							
A ₁ (0-18)	2,43	16,96	17,72	6,21	65,32	0,95	9,00
AB (18-44)	1,97	20,19	21,08	10,13	58,73	0,96	8,95
B _g (44-102)	0,98	22,74	34,05	5,87	44,21	0,66	8,17
Апогр.(102-160)	1,62	18,32	16,47	7,13	65,21	1,11	9,53
Впогр.(160-190)	0,75	21,46	32,44	6,34	46,10	0,66	-
Рисовая система							
A ₁ (0-9)	2,08	16,15	20,96	5,26	62,89	0,77	9,90
AB (9-22)	1,68	19,22	23,47	8,54	57,31	0,81	9,88
B _g (22-44)	1,04	21,75	36,06	5,27	42,19	0,60	10,40
Апогр.(44-57)	1,45	19,31	16,29	6,12	64,40	1,18	9,67
ABпогр.(57-77)	0,98	20,15	20,54	5,13	59,31	0,98	-
Впогр.(77-112)	0,69	19,79	38,09	4,22	42,12	0,52	-

Наряду со снижением количества гумуса в почве при выращивании риса ухудшается его качество. Это выражается в уменьшении доли агрономически ценной фракции гуматов кальция ГК-2, а также сужении соотношения Сгк/Сфк за счет повышения доли фульвокислот главным образом из-за деструкции более сложных соединений (гуминовых кислот). Обращает на себя внимание уменьшение обогащенности органического вещества азотом, о чем свидетельствует величина соотношения C/N. Содержание негидролизующих соединений в обоих объектах исследования достаточно высокое, что связано, по-видимому, с наличием грубых форм гумусовых веществ.

По гранулометрическому составу исследуемые почвы являются легкоглинистыми, содержание физической глины (частицы < 0,01 мм) в них превышает 60 %, причем более половины из них приходится на фракцию ила и коллоидов (таблица 3). Существенных различий по данной характеристике между изучаемыми почвами не установлено. Наиболее тяжелым составом отличаются глеевые горизонты; в них же наблюдается и максимальное содержание частиц < 0,001 мм. При морфологическом изучении установлено, что эти горизонты практически бесструктурны. Для них установлена низкая пористость и высокая набухаемость. Причем последняя больше в 1,4 раза в почве рисового чека по сравнению с богарой, что может служить косвенным свидетельством преобразования минералогического состава и увеличения количества минералов с расширяющейся кристаллической решеткой. Это, в свою очередь, приводит к снижению фильтрационной способности и ухудшению условий выращивания культур рисового севооборота.

Таблица 3 – Гранулометрический состав лугово-болотных почв

Генетический горизонт, глубина, см	Содержание механических элементов, %		
	< 0,01 мм	> 0,01 мм	< 0,001мм
Богара			
A ₁ (0-18)	61,6	38,4	31,7
AB (18-44)	63,8	36,2	36,8
Bg (44-102)	68,3	31,7	42,0
Апогр.(102-160)	61,5	38,5	34,2
Впогр.(160-190)	68,2	31,8	43,7
Рисовая система			
A ₁ (0-9)	62,4	37,6	29,3
AB (9-22)	66,2	33,8	38,1
Bg (22-44)	71,2	28,8	45,3
Апогр.(44-57)	61,3	38,7	35,7
АВпогр.(57-77)	65,8	34,2	42,0
Впогр.(77-112)	70,1	29,9	44,3

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что выращивание риса с затоплением сопровождается трансформацией лугово-болотных солончаковатых почв. Установленные изменения в их строении и составе свидетельствуют об улучшении таких показателей плодородия, как уровень содержания легкорастворимых солей и реакция среды при выращивании риса. Вместе с тем отмечены негативные изменения показателей гумусного состояния почв, почвенного поглощающего комплекса, а также водно-физических свойств.

Библиографический список

1. Бочко Т.Ф. Влияние минеральных и органических удобрений на фракционный состав гумуса лугово-черноземной почвы при возделывании риса: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1993. – 22 с.
2. Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Трубилин И.Т., Котлярорв Н.С., Соляник Г.М. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 1996 – 192 с.
3. Дюдаль В. К вопросу о генезисе и классификации почв рисовых полей (paddy soil). // География и классификация почв Азии. – М.: Наука, 1965. – С 189-192.
4. Бочко Т.Ф., Черниченко И.Д., Авакян К.М. Трансформации гумуса в почвах дельты р. Кубани при возделывании риса // Почвоведение. – 1992. – № 9. – С. 152-158.

УДК 631.41

УРОЖАЙНОСТЬ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПЕРЕХОДЕ К БИОЛОГИЗАЦИИ

Брескина Г.М.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», Курск

E-mail: breskina-galina@yandex.ru

Аннотация. Исследования проводили с целью изучения влияния обработки почвы, семян и растительных остатков биопрепаратами, а также совместного внесения минеральных удобрений и растительных остатков на урожайность культур и продуктивность звеньев зернового и зернопропашного севооборотов с 2017 – 2019 гг. на территории Курской области, Медвенского района Центрально-Черноземного региона. Установлено достоверное увеличение выхода основной продукции сельскохозяйственных культур при применении Грибофита и Имуназота в течении вегетации. Однако, при использовании минеральных удоб-

рений положительный эффект выше по сравнению с биопрепаратами.

Ключевые слова: биопрепараты, минеральные удобрения, урожайность, качество продукции, растительные остатки, биологическая активность.

Summary: The research was carried out in order to study the impact of tillage, seeds and plant residues treatment with biopreparations, as well as the joint application of mineral fertilizers and plant residues on crop yields and productivity of cereal and cereal-row crop rotation links from 2017 to 2019 on the territory of Kursk Region, Medvensky District of the Central Chernozem Region. We found a significant increase in output of main products of agricultural crops in the application of Grabovica and Manasota during the growing season. However, when using mineral fertilizers, the positive effect is higher compared to biologics.

Key words: biologics, mineral fertilizers, yield, product quality, plant residues, biological activity.

В настоящее время во всем мире уделяется большое внимание охране окружающей среды [1]. В земледелии растет интерес к «органической» продукции [2], полученной без применения искусственных химически полученных препаратов, которые широко используются в современном мире для повышения продуктивности агроэкосистем [3]. В агроэкосистемах наибольшему антропогенному преобразованию подвержены почвы, так как почвенная среда является живой субстанцией [4]. Применение высоких доз минеральных удобрений наносит непоправимый вред почвенной биоте, однако без минеральных удобрений невозможно получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Продовольственную безопасность страны и сохранение почвенной экосистемы могут обеспечить экологически безопасные биологические препараты [5]. В последние годы рынок микробиологических препаратов значительно расширился, отечественные и зарубежные фирмы-производители различные препараты, которые, действуя на растения, стимулируют их рост и развитие, борются с болезнями и подавляют патогенную микрофлору [6]. Микробиологические препараты используют для ускорения разложения нетоварной части растениеводческой продукции (соломы злаковых культур, стерни подсолнечника и кукурузы) [7].

Цель исследования – изучить влияние биопрепаратов Грибофит и Имуназот на урожайность и качество продукции основных сельскохозяйственных культур при внесении растительных остатков.

Исследования проводились в научно-производственном опыте общей площадью 1,5 га ФГБНУ «Курский ФАНЦ», расположенном в Курской области Медвенском районе п. Панино, который был заложен в 2017 году, уравнительный посев представлен озимой пшеницей. Влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на фоне использования побочной продукции применяемой для удобрения изучали в звеньях двух севооборотов, зерновом севообороте (ЗТ) «озимая пшеница – ячмень – гречиха» и зернопаропропашном севообороте (ЗПП) «озимая пшеница – подсолнечник – ячмень». Опыт заложен в соответствии с общепринятыми методиками [7] в трехкратной повторности. Варианты полевого опыта изучаемых севооборотов: 1. контроль – измельченные растительные остатки; 2. измельченные растительные остатки + N₁₀ кг д.в. на 1 т. соломы; 3. обработка семян биопрепаратами (Грибофит 2 л на т семян + Имуназот 3 л на т семян) + обработка почвы перед посевом биопрепаратами + обработка биопрепаратами посевов 2 раза в течение вегетации + после уборки

урожая обработка измельченных растительных остатков биопрепаратами (Грибофит 5 л/га + Имуназот 3 л/га).

Почва опытного поля – чернозем типичный слабосмытый тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке. В пахотном слое почвы содержится: гумуса 4,6-5,1%. Реакция среды нейтральная или близкая к нейтральной. Содержание обменного кальция изменялось в пределах от 22,0 до 24,1 мг-экв/100г почвы. Плотность сложения почвы в слое 0-20 см составляет 1,05 г/см³. Обеспеченность чернозема типичного подвижным фосфором составляет 9,5-12,6 мг/кг почвы, а калием – 8,5-10,6 мг/кг почвы.

Полученные результаты оценивали методами математической статистики с применением дисперсионного анализа в программе Microsoft Office Excel 2010 согласно «Методики полевого опыта» [8].

Наибольший положительный эффект от применяемых биопрепаратов при внесении измельченных растительных остатков (вариант 2- Грибофит + Имуназот) выявлен под подсолнечником масличным, где прибавка урожая составила 1,22 т/га при НСР₀₅ – 0,3 т/га (рис. 1 Б).

Минеральные удобрения увеличили урожайность семян подсолнечника до 4,47 т/га, что на 1,62 т/га больше по сравнению с контролем. Урожайность ячменя зависела от вида севооборота (рис. 1 А, Б). Так, в зерновом севообороте (ЗС) урожайность зерна при внесении минеральных удобрений составляла 3,36 ц/га, а в зернопаропропашном севообороте на данном варианте была меньше на 0,5 т/га. При этом данная тенденция сохранялась на всех вариантах опыта.

Рисунок 1 – Влияние биопрепаратов (Грибофит и Имуназот) и минеральных удобрений на урожайность культур при внесении растительных остатков:

А в звене зернового севооборота, **Б** в звене зернопаропропашного севооборота.

На урожайность гречихи повлияли азотные удобрения, где урожайность составила 2 т/га, что значительно выше контроля на 0,6 т/га ($НСР_{05} = 0,3$ т/га). На варианте с биопрепаратами сбор зерна составил 1,5 т/га. При выявлении доли вклада фактора в варьирование урожайности гречихи установлено, что урожай основной продукции на 93% зависит от минерального питания и на 7% от применяемых биопрепаратов.

Таким образом, применяемые биопрепараты (Грибофит+Имуназат) значительно увеличивают урожайность ярового ячменя, подсолнечника масличного и гречихи, однако их положительный эффект меньше по сравнению с минеральными удобрениями на фоне применения побочной продукции.

Библиографический список

1. Банников и др. Основы экологии и охраны окружающей среды: (Для сельскохозяйственных вузов). – М.: Колос, 1996. – 304 с.
2. Семенов А.М., Глинушкин А.П., Соколов М.С. Органическое земледелие и здоровье почвенной экосистемы // Достижение науки и техники АПК. – 2016. Т. 30 – №8. – С. 5-8.
3. Никитин С.И., Захаров С.А. Влияние минеральных удобрений, биопрепаратов и последствия азота на биологические свойства почвы и урожайность яровой пшеницы // Вестник Уральской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – №2 (34). – С. 37-42.
4. Зольникова Н.В., Серебренникова Н.В. Развитие микробиоценозов при химической мелиорации грунтов Подмосковного бурогоугольного бассейна // Труды ВНИИСХМ. -1990. – Том 60. – С. 73 -86.
5. Лазарев В.И., Казначеев М.Н., Айдиев А.Ю. и др. Эффективность биопрепаратов на посевах сельскохозяйственных культур. – Курск, 2003. – 127 с.
6. Завалин А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур // Достижение науки и техники АПК. – 2011. - №8. – С. 9-11.
7. Русакова И.В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах. *Juvenis scientia*. 2018. №9. – С.4-9.

УДК: 631.8

ПРОЦЕСС НАСЫЩЕНИЯ ОБМЕННЫМИ ОСНОВАНИЯМИ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИБАЛОЧНОЙ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ

Беспалов В.А., Чевердин Ю.И., Титова Т.В.

Научно – исследовательский институт сельского хозяйства

Центрально – Черноземной полосы имени В.В. Докучаева

E-mail: vabespalov@bk.ru

Аннотация. В 2019 г. изучено влияние прибалочной лесной полосы №72 1907 года посадки на трансформацию свойств исходно степных черноземов. Исследования проведены в Каменной Степи. Под лесной полосой отмечено эволюционное изменение почв и формирование ареала чернозема оподзоленного в условиях застоя талых вод. В направлении вниз по склону к лесной полосе № 72 отмечено увеличение содержания обменных оснований и гидролитической кислотности.

Ключевые слова: лесные полосы, чернозем, обменные основания, кислотность.

Abstract. Brief results of the study of the influence of the Baltic forest strips on the transformation of the properties of the original steppe chernozems are presented. The research was carried out in the Stone Steppe in 2019. LP No. 72 from 1907 was chosen as the object of research.

Key words: forest strips, chernozem, exchange grounds, acidity.

Изучение генезиса почв под влиянием различного рода факторов является одной из основных задач, стоящих перед почвенной наукой. Ключевым объектом, на котором применялись приемы лесомелиоративного обустройства территории и изучались различные факторы почвообразования, является Каменная Степь [1-3].

Цель исследований – дать оценку влияния прибалочной старовозрастной лесной полосы на почвенный покров и свойства черноземов. Нами проведена работа по оценке современного состояния почвенного покрова склонового участка прилегающего к лесной полосе №72.

Полевое обследование показало существенное снижение глубины вскипания в направлении вниз по склону к лесной полосе № 72. Так в верхней части склона в 300 м от полосы, где присутствуют перерытые черноземы, глубина вскипания минимальная и лежит в пределах 10-20 см. В 100 м от лесной полосы, где располагаются ареалы черноземов сегрегационных – глубина вскипания немного опускается вниз по профилю и лежит в пределах 20-60 см. В опушке лесной полосы расположены черноземы выщелоченные (глинисто-иллювиальный). Здесь идут процессы выщелачивания карбонатов вниз по профилю, что отражается на существенном снижении глубины вскипания – 95-130 см. Непосредственно под лесной полосой отмечен небольшой ареал черноземов оподзоленных. Они расположены в днище лощины под лесным насаждением с концентрацией паводковых вод и длительным периодом застоя влаги. И глубина вскипания здесь равнялась 200-220 см.

На рисунке представлено двумерное распределение показателей кислотности вниз по профилю вдоль объекта исследования. Отметим, что на пашне показатели кислотности изменяются не резко от нейтральной реакции среды к слабощелочной. Это распределение характерно для черноземов и агрочерноземов сегрегационных. На опушке лесной полосы, где почва представлена выщелоченными черноземами, с глубиной происходит более сильной подщелачивание и $pH_{сол}$ здесь минимальна. Что касается оподзоленных черноземов под лесной полосой, то $pH_{сол}$ здесь сильно изменялась по почвенному профилю в сторону подкисления. В верхнем слое почвы (0-20 см) $pH_{сол}$ вытяжки отмечен на уровне $6,33 \pm 0,55$ с резким увеличением до $5,46 \pm 0,43$ уже на глубине 30-50 см (табл.; рис.).

Рассматривая значения гидролитической кислотности на объекте исследования, отметим, что вниз по склону она возрастает. Под лесной полосой значения гидролитической кислотности достигают максимальных значений (табл.). Данное явление возрастания H_g от агрочерноземов к черноземам сегрегационным и далее к оподзоленным характерно для всех исследуемых слоев почв.

Рисунок – Двумерное распределение значений рН_{сол} по профилю исследуемого объекта.

Рассмотрим, как изменилось содержание обменных оснований в эволюционно измененных почвах по сравнению с исходными почвами. В направлении вниз по склону к лесной полосе № 72 содержание обменных оснований увеличивается. Так в верхней части склона в 300 м от полосы, где присутствуют перерытые и сегрегационные агрочерноземы, содержание обменных кальция и магния в слое почвы 0-20 см составляет $24,6 \pm 0,4$ и $5,7 \pm 0,2$ ммоль-экв/100 г почвы соответственно.

Таблица – Физико-химический состав черноземов различного генезиса

Почва	Показатели			
	рН _{сол}	Нг, ммоль-экв/100 г	Са, ммоль-экв/100 г	Мг, ммоль-экв/100 г
0-20 см				
Агрочернозем сегрегационный	$6,63 \pm 0,51$	$1,75 \pm 0,11$	$24,6 \pm 0,4$	$5,7 \pm 0,2$
Чернозем сегрегационный	$6,65 \pm 0,56$	$2,68 \pm 0,15$	$27,7 \pm 1,3$	$5,3 \pm 0,8$
Чернозем оподзоленный	$6,33 \pm 0,55$	$3,79 \pm 0,19$	$29,2 \pm 0,9$	$6,0 \pm 0,6$
30-50 см				
Агрочернозем сегрегационный	$6,85 \pm 0,65$	$1,24 \pm 0,11$	$23,5 \pm 1,1$	$4,9 \pm 0,4$
Чернозем сегрегационный	$6,76 \pm 0,84$	$2,03 \pm 0,17$	$24,5 \pm 1,2$	$4,0 \pm 0,9$
Чернозем оподзоленный	$5,46 \pm 0,43$	$7,60 \pm 0,29$	$25,9 \pm 1,6$	$6,3 \pm 1,8$
170-200 см				
Агрочернозем сегрегационный	$7,70 \pm 0,04$	$0,47 \pm 0,01$	$14,8 \pm 0,4$	$10,3 \pm 1,3$
Чернозем сегрегационный	$7,64 \pm 0,08$	$0,39 \pm 0,07$	$19,1 \pm 2,8$	$5,6 \pm 1,8$
Чернозем оподзоленный	$4,53 \pm 0,06$	$4,82 \pm 0,8$	$15,8 \pm 1,4$	$3,8 \pm 0,3$

В опушке лесной полосы, где располагаются ареалы черноземов сегрегационных, содержание обменного кальция немного увеличивается. Непосредственно под лесной полосой отмечен небольшой ареал черноземов оподзоленных, где содержание обменных кальция и магния максимально. Подобная картина отмечена и для слоя 30-50 см. Для слоя 170-200 см максимальным значением обменного кальция отмечен чернозем сегрегационный лесной полосы. В черноземе оподзоленном его содержание в этом же слое оказалось все равно

выше, чем на пашне. А содержание обменного магния на пашне в слое почвы 170-200 см, наоборот, самое высокое (табл.).

Выводы. Под действием прибалочной лесной полосы происходит более интенсивное насыщение почвы обменными основаниями по сравнению с другими подтипами черноземов, расположенных выше по склону.

Библиографический список

1. Беспалов В.А. Пространственно-временное варьирование значений реакции среды черноземных почв Каменной Степи / Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях (посвящается 140-летию А.Г. Дояренко) // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов // Саратов: Изд-во ООО «Ракурс», 2014. – С. 323-328.
2. Турусов В.И., Чевердин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В. Характеристика и оценка свойств черноземов в постмелиоративный период / Материалы Международной научной конференции «Экология и биология почв», Ростов-на-Дону, 2014 г. – С. 370-374.
3. Беспалов В.А., Чевердин Ю.И., Титова Т.В. Морфометрические характеристики черноземов агролесомелиоративного комплекса Каменной Степи / Фундаментальные и прикладные вопросы лесного почвоведения: Материалы докладов VI Всероссийской научной конференции по лесному почвоведению с международным участием. Сыктывкар, 2015. – С. 17-19.

УДК:631.434:445.4:51.01

СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Боева Н.Н., Лазарев В.И.

ФГБНУ Курский федеральный аграрный научный центр

E-mail: vla190353@yandex.ru

Резюме. В статье показаны результаты изменения структурно-агрегатного состояния чернозема типичного от различных видов основной обработки почвы в зернопропашном севообороте при возделывании яровой пшеницы.

Ключевые слова: чернозем типичный, зернопропашной севооборот, приемы основной обработки почвы, структура почвы, коэффициент структурности.

Основными направлениями повышения продуктивности полевых культур является практическое освоение научно-обоснованных систем земледелия, внедрение прогрессивных технологий при соблюдении экологически безопасных нормативов изменения природной среды и качества продукции. Одной из важнейших составных частей обоснования основных приемов земледелия, которая определяет эффективность использования пахотных земель, является агрофизическая характеристика почв.

Агрофизические показатели почвы важны не сами по себе, а как основа создания оптимальных условий водно-воздушного, теплового и питательного режимов для роста и развития растений. Главное предназначение структуры почвы, как отмечает Е.В. Шеин [1], это обеспечивать высокую продуктивность почвы, а анализ водоустойчивости необходим для оценки прогноза сопротив-

ления воздействию тяжелой техники и устойчивости почвы к водной эрозии.

При воздействии на почву почвообрабатывающих орудий происходит не только процесс пространственного перемещения того или иного слоя, но и дробление почвенной массы на структурные отдельности и как следствие происходит изменение почвенной структуры. При этом влияние механической обработки на структуру почвы неоднозначно. При любой обработке происходит не только образование почвенных агрегатов, но и их частичное разрушение.

В зависимости от гранулометрического состава, содержания гумусовых веществ, применяемого орудия, влажности почвы и других условий, при которых производится обработка, могут преобладать создание или разрушение агрегатов. Более того, на одной и той же почве применением одного орудия можно получить глыбистые структурные отдельности и слитую массу в зависимости от того, при какой влажности произведена обработка [2]. Хотя чернозем обладает высокой устойчивостью против деформации, однако негативные тенденции изменения физических свойств пахотного слоя реальны и могут возрастать [3, 4].

Таким образом, изучение и наблюдение за физическими процессами, протекающих в почве, необходимы для улучшения почвенных условий и приведения их в соответствие с потребностями возделываемых сельскохозяйственных культур.

В связи с этим цель нашей работы – изучить влияние различных систем основной обработки почвы на посевах яровой пшеницы в зернопропашном севообороте на структурно-агрегатный состав чернозема типичного.

Исследования проводились на черноземе типичном мощном тяжелосуглинистом в стационарном опыте лаборатории технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» в 9-польном полевом севообороте. Чередование культур в севообороте: 1) клевер, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, **4) яровая пшеница**, 5) горох, 6) озимая рожь, 7) гречиха, 8) овес, 9) ячмень + клевер. Вхождения в севооборот – одним полем.

Гранулометрический состав почв – тяжелый иловато-пылеватый суглинок [4]. Почвенный покров стационарного опыта представлен чернозёмом типичным тяжелосуглинистым с содержанием в пахотном слое 5,2-5,4% гумуса подвижного фосфора (по Чирикову) – 10,1-14,5 обменного калия (по Масловой) – 16,8-19,0 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (рН 6,8-7,0).

Схема опыта включала в себя три способа основной обработки почвы: вспашка, поверхностная, чизельная и три уровня удобрённости: без удобрений, $N_{120}P_{120}K_{120}$, навоз 60 т/га + зеленые удобрения + $N_{30}P_{30}K_{30}$. Органические удобрения вносили под зяблевую обработку один раз за ротацию севооборота, причем навоз и измельченную массу клевера – под озимую пшеницу, а ботву сахарной свеклы непосредственно под яровую пшеницу. Минеральные удобрения вносили разовой дозой перед посевом яровой пшеницы.

Повторность опыта – трехкратная, расположение делянок систематическое, размер посевной делянки – 189 м² (5,4 x 35 м), учетная площадь – 100 м²

(4м х 25м). Полевые работы на опытном участке проводятся в лучшие агротехнические сроки и теми же машинами и орудиями, которые используются в производственных условиях.

Почвенные образцы были отобраны перед уборкой яровой пшеницы по слоям 0-10 и 10-20 см в конце июля, когда уплотнение почвы соответствовало равновесной плотности сложения. В отобранных образцах определяли структурное состояние чернозема типичного методом сухого просева на ситах по Н.И. Савинову.

Анализ структурного состояния почвы показал, что содержание агрономические ценных отдельностей в диаметре 10-0,25 мм, при сухом просеивании по вариантам опыта, составляет 63,4-70,3% (табл. 1). Эти данные свидетельствуют о том, что общее структурное состояние почвы по вариантам опыта, согласно нормативам изменения показателей физических свойств пахотного слоя для черноземов типичных, находится в допустимых и оптимальных параметрах [4].

Таблица 1 – Структурно-агрегатный состав почвы в зависимости от системы основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы (результаты сухого просеивания)

Варианты опыта	Слой почвы, см	Размер агрегатов, мм и % содержания в общей массе возд. сух. почвы					Коэффициент структурности, %
		>10	10-1	1-0,25	< 0,25	10-0,25	
Вспашка (контроль)	0-10	31,3	57,0	6,4	5,3	63,4	1,73
	10-20	30,6	60,1	5,6	3,7	65,7	1,92
	х _{ср} 0-20	30,7	58,6	6,0	4,5	64,6	1,83
Вспашка N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	30,2	58,6	7,0	4,2	65,6	1,91
	10-20	31,2	57,9	5,8	5,1	63,7	1,76
	х _{ср} 0-20	30,7	58,3	6,4	4,7	64,7	1,84
Вспашка навоз + зел. удобрение + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0-10	28,2	55,5	10,9	5,4	66,4	1,98
	10-20	28,3	57,9	10,6	3,2	68,5	2,18
	х _{ср} 0-20	27,3	56,7	10,8	4,3	67,3	2,08
Поверхностная навоз + зел. удобрение + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0-10	23,1	58,1	14,1	6,7	70,2	2,36
	10-20	24,0	57,7	12,0	6,3	69,7	2,30
	х _{ср} 0-20	23,6	57,9	13,0	6,5	70,0	2,33
Чизель навоз + зел. удобрение + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0-10	26,8	55,6	10,5	7,1	66,1	1,95
	10-20	25,1	58,8	11,0	5,1	69,8	2,32
	х _{ср} 0-20	26,0	57,2	10,8	6,0	67,5	2,14

По всем вариантам опыта, среди агрегатов 10-0,25мм, преобладали мелкоглыбистые (от 5 до 3 мм) и комковатые отдельности (от 3 до 1 мм).

По наличию ветроустойчивых агрегатов размером 10-1мм существенных различий между приёмами основной обработки почвы не обнаружено. Так, их содержание как в верхнем пахотном слое почвы 0-10 см, так и в слое 10-20 см составляло 55,6-60,1%.

Содержание глыбистой фракции (агрегаты > 10 мм), в зависимости от вида основной обработки почвы, в среднем в пахотном слое колебалось от 23,6

до 30,7%. Наименьшее содержание этой фракции отмечено на варианте с применением поверхностной обработки почвы.

При анализе содержания агрегатов мене 1 мм было использовано понятие В.Р. Вильямс – «вредность работы орудия» по пыли, при котором содержание агрегатов < 1 мм не должно превышать 30% от общей массы воздушно-сухой почвы [5]. Результаты проведенных анализов показали, что в слое 0-20 см в вариантах с поверхностной и чизельной систем основной обработки почвы содержание агрегатов в диаметре < 1 мм занимает 19,9 и 16,8% соответственно, а в вариантах со вспашкой 10,5-15,1%, т.е. суммарное содержание пыли и мелкокомковатых отдельностей в 1,5-2 раза ниже допустимой величины. Однако в опыте в варианте с поверхностной обработкой почвы отмечена тенденция увеличения в слое 0-20 см фракции 1-0,25 мм в среднем до 13% при 6% по вспашке.

По данным сухого просеивания проведен расчет коэффициента структурности пахотного слоя почвы, который в зернопропашном севообороте в среднем изменялся в зависимости от способа обработки почвы от 1,84 до 2,33. При внесении на всех изучаемых способах основной обработки почвы (вспашка, поверхностная, чизельная) навоза, зеленого удобрения и $N_{30}P_{30}K_{30}$ коэффициент структурности увеличился и в среднем составил 2,18, что выше вариантов «вспашка без удобрений» и «вспашка + $N_{120}P_{120}K_{120}$ » на 0,36 единиц. Наиболее высокий коэффициент структурности наблюдался на варианте с поверхностной обработкой почвы. Так в слоях 0-10 и 10-20 см он составил соответственно 2,36, 2,30, тогда как на контроле коэффициент структурности по этим слоям был равен 1,73 и 1,93 единицам.

Выводы. Проведенные исследования показали, что ежегодное воздействие на чернозем типичный поверхностной и чизельной систем основной обработки почвы не приводит к ухудшению структурно-агрегатного состава пахотного слоя почвы и позволяет сохранить его в рамках допустимых и оптимальных параметров.

В варианте с поверхностной обработкой почвы отмечена тенденция увеличения в слое 0-20 см мелкокомковатой фракции (1-0,25 мм) в среднем до 13% при 6% по вспашке и уменьшения глыбистой фракции агрегатов (>10мм) на 7,1% по сравнению с контролем.

Наиболее высокий коэффициент структурности отмечен на варианте с поверхностной обработкой почвы. Так в слоях 0-10 и 10-20 см он составил соответственно 2,36, 2,30, тогда как на контроле коэффициент структурности по этим слоям был равен 1,73 и 1,93 единицам.

Библиографический список

1. Шеин Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
2. Воронин А.Д. Основы физики почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 244 с.
3. Фрид А.С., Кузнецова И.В., Королева И.Е., Бондарев А.Г., Когут Б.М. и др. Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях. – М.: ГНУ Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2010, – 176с.
4. Кузнецова И.В. Изменение физического состояния черноземов типичных и выщелоченных.

ченных Курской области за 40 лет// Почвоведение. – 2013.– №4.– С. 434-441.

5. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: Сельхозгиз, 1939. 447с.

УДК 631.5:633.11

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

Буланова Ж.А., Котельникова М.Н.

ФГБОУ ВО Курская ГСХА, Курск

E-mail: zhanne-b@yandex.ru

Аннотация. Решающим фактором благополучной перезимовки озимой пшеницы в условиях Курской области является оптимальный срок посева. Сроки посева озимой пшеницы оказывают существенное влияние на урожайность и качество зерна, устойчивость к различным заболеваниям. Анализ погодных условий Курской области в осенний период вегетации озимой пшеницы свидетельствует о потеплении климата и в связи с этим о необходимости оптимизации продолжительности осенней вегетации озимой пшеницы и корректировки оптимальных сроков ее посева. Озимая пшеница формирует более высокую урожайность в узком интервале сроков посева не более 5-7 дней. Посев в оптимальные сроки обеспечивает появление дружных всходов и создает неблагоприятные условия для роста сорняков и их численности.

Ключевые слова: озимая пшеница, предшественники, темно-серые лесные почвы, удобрения, сроки сева, урожайность.

Введение. Основным направлением повышения урожайности озимой пшеницы в условиях Курской области, является соблюдение комплекса агротехнических мероприятий и рациональный подбор минеральных удобрений по разным предшественникам. Вместе с тем необходимо совершенствовать технологии выращивания этой культуры с учетом местных агрометеорологических условий [1,2,3].

Оптимальные сроки сева озимой пшеницы обычно совпадают с наступлением среднесуточной температуры +15-16°C. При этом необходимо, чтобы от начала всходов до наступления среднесуточной температуры +5°C озимые вегетировали по чистым парам 40-45 дней, по занятым парам и непаровым предшественникам – 50-55 дней, а сумма среднесуточных температур за этот период составила не менее 550°C.

Материал и методика исследования. Анализ метеорологических данных, полученных на Петринской метеостанции (Курская область, Курский район) показал, что за последние 36 лет сумма среднесуточных температур воздуха за период с 25 августа до прекращения осенней вегетации озимых культур менее 550°C наблюдалась лишь в шести годах (1977, 1993, 1997, 2000, 2001 гг.) в остальные годы сумма среднесуточных температур была выше 550°C и колебалась от 557°C. Это создает теоретические предпосылки для смещения сроков посева озимой пшеницы на вторую декаду сентября, в 1978 году до 867°C в 1994 г. Сумма среднесуточных температур с 25 августа до прекращения осенней вегетации озимых культур. Динамика суммы среднесуточных температур воздуха за период с 25 августа до прекращения осенней вегетации

озимой пшеницы (переход через 5 °С в сторону понижения). Такое распределение сумм среднесуточных температур в осенний период создает теоретические предпосылки для смещения сроков посева озимой пшеницы на вторую декаду сентября [4, 5, 6]. Считается, что получение дружных и полных всходов озимой пшеницы возможно при наличии ко времени посева в пахотном слое почвы не менее 20 мм продуктивной влаги. Однако, такие условия в Курской области наблюдаются лишь в 50-80% лет. В связи с этим, а также повышенным температурным режимом, складывающимся в предпосевной период, следует откорректировать сроки посева озимой пшеницы, сдвигая их на более поздние – вторую-третью декады сентября. При этих сроках посева норму высева целесообразно увеличить по сравнению с обычной нормой примерно на 1 млн. всхожих зерен гектар [7, 8, 9].

Для определения оптимальных сроков посева озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Курской области, в связи с потеплением климата в Курском научно исследовательском институте агропромышленного производства проводились исследования по следующей схеме: 1 – 25.08; 2 – 30.08; 3 – 05.09; 4 – 10.09; 5 – 15.09; 6 – 20.09; 7 – 25.09; 8 – 30.09; 9 – 05.10; 10 – 10.10. Повторность опыта – трехкратная, размещение вариантов в опыте систематическое в один ярус. Размер посевной делянки 224 м (6,4х35), учетной - 140 м (4 х 35). В опытах по изучению сроков посева использовали озимую пшеницу сорта Московская-39. Почва опытного участка представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым, агрохимическая характеристика представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Показатели	Горизонт, см				
	0-10	20-30	50-60	70-80	90-100
Гумус, %	6,2	6,0	5,9	4,3	3,1
рН водной суспензии	5,9	6,3	6,6	7,2	7,9
Сумма поглощенных оснований, мг/экв на 100 г	41,8	41,6	39,7	37,1	–
Общий азот, %	0,34	0,34	0,26	0,19	0,16
Гидролизуемый азот, мг/кг	75	67	–	–	–
Валовой фосфор, %	0,14	0,14	0,13	0,11	0,13
Подвижный фосфор по Чирикову, кг/га	145	146	101	99	82
Обменный калий по Масловой, кг/га	164	168	146	138	133

Полевые работы на опытном участке проводились в сроки предусмотренные схемой опыта. Посев озимой пшеницы проводился сеялкой СН-16, с поштучной нормой посева – 5 млн. всхожих зерен на гектар. Способ посева – рядовой с последующим прикатыванием кольчато-шпоровыми катками. Глубина

заделки семян – 4-5 см. Для оценки эффективности различных сроков посева в течение всего периода вегетации озимой пшеницы проводились наблюдения за ростом и развитием растений, а также фитосанитарным состоянием посевов. Уборку и учет урожая проводили самоходным комбайном «Сампо» прямым комбайнированием. Для обработки экспериментальных данных применялся дисперсионный метод математического анализа.

Результаты исследований. Продолжительность периода «посев – всходы» определяется двумя факторами – температурой и запасами влаги в поверхностном слое почвы. При посеве озимой пшеницы 25-30 августа по черному пару полные всходы обычно появляются через 7-8 дней, при посеве 10 сентября – на 2-3 дня позже. При размещении озимой пшеницы по занятым парам и непаровым предшественникам основным фактором, определяющим продолжительность периода «посев – всходы», является влажность на глубине заделки семян [10, 11, 12].

Результаты исследований Курского научно исследовательского института агропромышленного производства свидетельствуют о том, что ранние сроки посева озимой пшеницы (с 25 августа по 6 сентября) обеспечивали появление дружных всходов (на 6-9 день), хорошее кущение, однако были сильно повреждены злаковыми мухами, вследствие чего, вышли их перезимовки в изреженном состоянии – 232-264 продуктивных стебля на 1 м. Более поздние сроки посева (с 12 сентября по 6 октября) обеспечивали появление всходов на 10-14 день, не были повреждены злаковыми мухами, ушли в зиму в фазе «шилец», хорошо перезимовали и обеспечивали более плотный стеблестой – 408-452 продуктивных стебля на 1 м.

Наблюдения за ростом и развитием озимой пшеницы в 2012-2013 сельскохозяйственном году показали, что сроки посева оказывали существенное влияние на наступление фенологических фаз развития. Ранние сроки посева озимой пшеницы (25 августа – 5 сентября) обеспечивали появление дружных всходов (на 6-й день), хорошее кущение, однако, несмотря на обработку семян инсектицидом Имидор-Про все таки были повреждены злаковой мухой, переросли, вследствие чего, густота продуктивного стеблестоя составила лишь 485-488 продуктивных стебля на 1 м. Более поздние сроки посева (с 10 по 20 сентября) обеспечивали появление всходов на 8-9-й день, не были повреждены злаковыми мухами, хорошо раскустились и обеспечивали более плотный стеблестой – 492-503 продуктивных стебля на 1 м. Поздние сроки посева (с 30 сентября по 10 октября) обеспечивали появление всходов на 12-14-й день, не были повреждены злаковыми мухами, ушли в зиму в фазе «шилец», хорошо перезимовали и обеспечивали 461-473 продуктивных стебля на 1 м².

Сроки посева оказывали существенное влияние на рост и развитие озимой пшеницы, количество продуктивных стеблей, число зерен в колосе натуру и массу 1000 зерен, представлено на рисунке 1.

Рисунок 1 – Влияние сроков посева на элементы структуры урожая озимой пшеницы, 2013 г.

При поздних сроках посева растения озимой пшеницы сформировали более мелкие колосья с меньшим (на 4-10 зерен) числом зерен в колосе и меньшей массой 1000 зерен и меньшей натурой зерна зерне озимой пшеницы, 2013 г. Более поздние сроки посева приводили к снижению содержания сырой клейковины в зерне озимой пшеницы. Начиная с 15 сентября содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы снижалось на 1,6%, а при посеве 10 октября – на 4,9% в сравнении с высевом ее 25 августа. Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют о том, что максимальная урожайность озимой пшеницы сорта Московская-39 при возделывании ее по чистому пару была получена при высеве ее с 5 по 20 сентября, при минимальном снижении содержания сырой клейковины в зерне в сравнении с ранними сроками посева.

Анализ экономической эффективности возделывания озимой пшеницы по разным срокам посева в опыте показал, что ее урожайность на самом раннем сроке посева – 25 августа (контрольный вариант) составила 42,6 ц/га при закупочной цене зерна 6000 руб. за 1 т, стоимость валовой продукции с 1 гектара составила 25560 рублей, прямые производственные затраты – 12169 руб. себестоимость одного центнера зерна озимой пшеницы – 285,65 рублей, величина чистого дохода – 13391 руб., а уровень рентабельности – 110%. При посеве озимой пшеницы с 5 по 20 сентября урожайность ее возрастала на 2,6-9,9 ц/га, что обеспечивало лучшие экономические показатели возделывания озимой пшеницы в эти сроки посева. При практически равных производственных затратах себестоимость одного центнера зерна озимой пшеницы составила – 234,87-270,22 руб., величина чистого дохода – 14906-19169 руб., а уровень рентабельности – 122-155%. Поздние сроки посева приводили к снижению урожайности озимой пшеницы на 1,9-16,0 ц/га в сравнении с ранними сроками посева и были экономически не эффективны. То есть, оптимальными сроками посева, обеспечивающими лучшие экономические показатели возделывания озимой пшеницы в условиях 2013 года, являются сроки посева с 5 по 20 сентября.

В засушливых условиях предпосевного периода озимой пшеницы, при недостаточной влажности почвы, посев следует начинать по лучшим предшественникам (чистым парам), затем по занятым парам (однолетние травы, озимые на зеленый корм, многолетние бобовые травы на 1 укос, кукуруза на зеленый корм) и непаровым предшественникам (горох, кукуруза на силос, убранная до наступления оптимальных сроков сева озимых, гречиха, озимые и яровые зерновые культуры)

Заключение. Для получения высоких и стабильных урожаев озимой пшеницы сорта Московская-39 при возделывании ее по чистому пару с высоким качеством зерна следует высевать ее в оптимальные для почвенно-климатических условий Курской области сроки – с 5 по 20 сентября. Сроки посева озимой пшеницы оказывают существенное влияние на наступление фенологических фаз развития. Посев озимой пшеницы в ранние сроки (25 августа-5 сентября) обеспечивал появление дружных всходов (на 6-9-й день), хорошее кущение с осени, а в поздние (начиная с 30 сентября) – на 10-14 день, при этом озимая пшеницы с осени практически не кустились.

Ранние сроки посева (25 августа, 5 сентября) повреждались злаковыми мухами, вследствие чего, выходили из перезимовки в изреженном состоянии. Более поздние сроки посева (начиная с 20.09) не повреждались злаковыми мухами, хорошо перезимовали и обеспечивали плотный продуктивный стеблестой. Посев озимой пшеницы в оптимальные сроки (с 5 по 20 сентября) обеспечивал получение 45,2-52,5 ц/га с содержанием сырой клейковины в зерне равном 27,9-30,3%. Ранние сроки посева (с 25 августа по 5 сентября) способны обеспечивать более высокую урожайность озимой пшеницы только в том случае, если будут предусмотрены мероприятия, направленные на борьбу с вредителями (злаковые мухи) в осенний период вегетации. Более поздние сроки посева (с 30 сентября по 10 октября) приводили к снижению урожайности озимой пшеницы на 1,9-16,0 ц/га и резкому снижению содержания сырой клейковины в зерне – на 4,5-4,9% в сравнении с высевом ее 25 августа.

Библиографический список

1. Долгополова Н.В. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна посевов озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015 – № 5. – С. 49-52.
2. Долгополова Н.В., Пигорев И.Я. Почвенно-климатические условия и эффективность минеральных удобрений в центрально-черноземной зоне // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 8. – С. 55-57.
3. Долгополова Н.В. Обоснование критериев оптимизации системы обработки почвы в севообороте под основные культуры в условиях ландшафтного земледелия // Региональный вестник. – 2018. – № 2. – С. 2.
4. Долгополова Н.В., Буланова Ж.А. Способы восстановления плодородия почвы в системе земледелия и перспективы их развития // В кн.: Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. – Курск, 2019. – С. 250-256.
5. Дудкина Т.А. Поступление в почву органического вещества в севооборотах с разным соотношением групп культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 8. – С. 38-41.

6. Пигорев И.Я., Долгополова Н.В. Корреляционный анализ зависимости урожайности от элементов структуры продуктивного растения // Вестник Курской ГСХА, 2017. – № 6. – С. 3-11.
7. Пигорев И.Я. Долгополова Н.В. Комплексное соединение микроэлементов, в агропромышленном комплексе Центрального Черноземья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 3-8.
8. Дудкина Т.А. Севообороты в специализированных сельскохозяйственных предприятиях ЦЧЗ // В сборнике: Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2019. – С. 140-144.
9. Беседин Н.В., Гончаров Н.Ф. Мульчирующая обработка и биологическая активность почвы в зернопропашном севообороте // Ресурсосберегающие технологии земледелия: Международная научно-практическая конференция 15-18 сентября 2005 г. – Курск, 2005. – С. 199-201.
10. Долгополова Н.В., Павлов А.А. Влияние различных предшественников на качественные показатели зерна озимой пшеницы // Научное обеспечение агропромышленного производства (материалы Международной научно-практической конференции, 20-22 января 2010 г., г. Курск, Ч.1). – Курск: Изд-во Курск. гос с.-х. ак. – С. 115-117.
11. Беседин Н.В., Гончаров Н.Ф. Обработка почвы – противоэрозионную устойчивость // Совершенствование технических средств и технологии возделывания с.-х. культур: Научно-практическая конференция 1-4 февраля 1994 г. – Курск: Изд-во КГСХА, 1995. – С. 20-23.
12. Долгополова Н.В., Широких Е.В. Факторы плодородия в биологическом земледелии лесостепи центрального Черноземья // Региональный вестник. – 2016. – № 1. – С. 22-25.

УДК 631.81:633.4 (470.323)

ПРИМЕНЕНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Буланова Ж.А., Котельникова М.Н.

ФГБОУ ВО Курская ГСХА, Курск

E-mail: zhanne-b@yandex.ru

Аннотация. При возделывании сахарной свеклы необходимо применять послевсходовые гербициды различного спектра действия (Бетарен Экспресс АМ, Пантера, Лорнет, Карibu, Тренд-90), соответствующие видовому составу сорных растений, с введением в баковую смесь гуминовых препаратов Гумат К/Na (500 мл/га) и Гумат «Плодородие» (500 мл/га), обладающих свойствами снижения стресса, и обеспечивающих повышения урожайности сахарной свеклы на 32,8 – 40,5 ц/га. Свеклосеющие хозяйства области располагают высоким потенциалом естественного плодородия почв [1].

Ключевые слова: сорная растительность, гуминовые препараты, агрохимические средства, сахарная свекла, урожайность

Annotation. When cultivating sugar beets, it is necessary to use post-emergence herbicides of various spectrum of action (Betaren Express AM, Panther, Lornet, Caribou, Trend – 90), corresponding to the species composition of weeds, with the introduction of humic preparations HUMATE K/Na (500 ml/ha) and HUMATE "Fertility" (500 ml/ha), which have stress-reducing properties, and provide an increase in the yield of sugar beet by 32.8-40.5 c/ha. The regions have a high potential for natural soil fertility.

Введение. Центральное-Черноземный регион является основным производителем сахарной свеклы и сахара из нее в Российской Федерации. На долю

Центрального Черноземья приходится 40,8 % от общего производства сахарной свеклы в России. Здесь производится в 8,5 раза больше сахарной свеклы на душу населения, чем в среднем по стране. В Черноземье расположено более половины всех мощностей переработки сахарной свеклы [2,3,4].

Главным препятствием на пути получения высоких и устойчивых урожаев сахарной свеклы являются сорная растительность. Сахарная свекла, как широко-рядная культура, от всходов до смыкания рядков обладает очень низкой конкурентоспособностью к сорнякам. Основной состав флоры сорняков на полях сахарной свеклы относительно постоянен и ограничен, хотя из года в год может колебаться в зависимости от погодных условий [5,6,7].

Материал и методика исследования. Учет сорняков на полях сахарной свеклы показал, что постоянством во всех посевах сахарной свеклы встречаются: марь белая (*Chenopodium album*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), виды ромашки и пушкынчики (*Matricaria spp.*, *Anthemis spp.*), звездчатка средняя (*Stellaria media*), виды горца (*Polygonum spp.*). В основную цель исследований входило изучение эффективности обработки посевов сахарной свеклы в баковых смесях гербицидами (Бетарен Экспресс АМ, Пантера, Лорнет, Карибу, Тренд-90) и гуминовыми препаратами (Гумат «Плодородие», Гумат К/Na).

Полевые исследования по изучению эффективности использования гербицидов и гуминовых препаратов проводились в условиях Медвенского района Курской области в 2017 году в севообороте со следующим чередованием культур: 1. Чистый пар. 2. Озимая пшеница. 3. Сахарная свекла. 4. Яровой ячмень.

Схема опыта: 1. Бетарен Экспресс АМ (2 л/га) +Пантера(1 л/га) + Лорнет (0,3 л/га) + Карибу (0,03 л/га) + Тренд-90 (0,2 л/га) (Вариант 1);

2. Бетарен Экспресс АМ (2 л/га) +Пантера(1 л/га) + Лорнет (0,3 л/га) + Карибу (0,03 л/га) + Тренд-90 (0,2 л/га)+ Гумат К/Na (500 мл/га) (Вариант 2);

3. Бетарен Экспресс АМ (2 л/га) +Пантера(1 л/га) + Лорнет (0,3 л/га) + Карибу (0,03 л/га) + Тренд-90 (0,2 л/га) + Гумат «Плодородие»(500 мл/га) (Вариант 3).

Повторность опыта – трехкратная. Расположение делянок систематическое, размер посевной площади делянки – 189 м² (5,4 х 35), учетная площадь – 100 м² (4 х 25).

К химической обработке приступали при массовом появлении всходов двудольных сорняков, когда преобладающая их часть находилась в фазе семядолей - двух настоящих листьев, независимо от стадии развития свекловичных растений. Технология возделывания сахарной свеклы соответствовала рекомендованной в ЦЧР. Полевые работы в опыте проводились в лучшие агротехнические сроки. Основная обработка почвы состояла из лущения стерни в два следа дисковым лущильником и глубокой (30-32 см) вспашки плугами общего назначения. Перед вспашкой вносили полную дозу минеральных удобрений из расчета N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Рядкового внесения и подкормок сахарной свеклы не проводили. Перед уходом в зиму зябь выравнивали паровым культиватором, оборудованным стрельчатыми лапами и боронами. Изучение эффективности микроэлементов и

биопрепаратов проводили на фоне внесения нитроаммофоски ($N_{20}P_{20}K_{20}$) осенью под отвальную вспашку на глубину 20-22 см. Посев производился пневматической сеялкой Монопил на конечную густоту насаждения. Высевали 5,0-5,5 шт. на один погонный метр рядка. Для посева использовали дражжированные семена гибрида Шериф с лабораторной всхожестью 93-94 %. В процессе исследований проводились следующие учеты и наблюдения: учет сорняков по видам на стационарных площадках 0,25 м в зоне рядка в пяти местах по диагонали делянок перед каждым внесением гербицидов, через месяц после последней химической обработки и перед уборкой урожая. Статистическая обработка экспериментальных данных по сахаристости и урожайности выполнена методом дисперсного анализа.

Результаты исследований. Видовой состав сорняков зависит от погодных условий периода вегетации и подвергается значительным колебаниям. При интенсивном нарастании температуры воздуха и быстром прогревании почвы доминирующее положение занимают злаковые сорняки. При погодных условиях, близких к среднепогодным показателям, некоторое преимущество по численности имеют широколиственные сорные растения, которые раньше теплолюбивых злаков занимают свободную территорию (таблица 1).

Из представленной таблицы видно, что из всего 38,58 шт./м² сорных растений, в том числе 12,41 шт./м² однолетних двудольных сорняков (32,2 %), 15,1 шт./м² злаковых (39,1 %), 4,26 шт./м² зимующих (11,0 %) и 6,81 шт./м² – многолетних двудольных (17,6 %). Самой представительной по численности и многообразию видового состава является группа однолетних двудольных сорных растений: щирица (запрокинутая), пикульник (жесткий), горец (шероховатый, выюнковый, птичий), горчица полевая, марь белая, которая в силу своих биологических особенностей, главным образом способностью формировать большую вегетативную массу, отличается высокой вредоносностью для культурных растений.

Таблица 1 – Эффективность гербицидов на посевах сахарной свеклы, 2017 г.

Виды сорных растений	Засоренность посевов сахарной свеклы, штук на 1 м ²	
	до обработки агрохимикатом	после обработки агрохимикатами (БетаренЭкспресс АМ+ Пантера+ Лорнет+Карибу+Тренд 90)
Однолетние злаковые	15,1	1,32
Однолетние двудольные	12,41	1,84
Зимующие сорняки	4,26	1,94
Многолетние двудольные	6,81	2,12
Итого шт./м ²	38,58	7,22
Биологическая эффективность по количеству сорняков, %	-	81,2

В посевах сахарной свеклы основное внимание должно быть сосредоточено на истреблении представителей четырех ботанических семейств: амарантовых - щирицы; маревых – марь белая, лебеда; мареновых – подмаренник и гречишных – виды горцев, которые в структуре засоренности двудольными сорняками занимали в среднем 2/3 общего количества, а в отдельные годы достигали 80 %.

Результаты исследований свидетельствуют о высокой эффективности исполь-

зования трехкомпонентного агрохимиката Бетарен Экспресс АМ, в составе которого наряду с Фенмедифамом и Десмедифамом присутствует и Этофумезат, который хорошо контролирует численность практически всех двудольных сорняков. Биологическая эффективность по количеству сорняков составила 81,2 %. Ко времени уборки средний вес корнеплода варианте без применения гуминовых препаратов составил 343 г. На вариантах с использованием гуминовых препаратов в качестве антидепрессантов средний вес корнеплодов был на 23-35 г выше. Метеорологические условия и гуминовые препараты оказывали существенное влияние на структуру урожая сахарной свеклы (рисунок 1).

Рисунок 1 – Влияние гербицидов и гуминовых препаратов на структуру урожая сахарной свеклы, 2017 г.

Так, в оптимальные, по метеорологическим условиям 2017 года соотношение корнеплодов к ботве составляло соответственно 1: 0,79. Введение в баковую смесь гуминовых препаратов увеличивало долю ботвы в биологическом урожае сахарной свеклы до 1:0,83–0,92 в 2017 году.

Результаты исследований показали, что введение в баковую смесь после всходов гербицидов гуминовых препаратов оказывало существенное влияние на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы. Так, совместная обработка посевов сахарной свеклы гербицидами (Бетарен Экспресс АМ + Пантера + Лорнет + Карибу + Тренд-90) с гуминовым препаратом Гуматом калия/натрия повышала урожайность сахарной свеклы на 32,8 ц/га, Гуматом «Плодородие» на 40,5 ц/га, данная прибавка урожая является существенной, так как выше НСР₀₅ (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние гербицидов и гуминовых препаратов на урожайность сахарной свеклы, ц/га, 2017 г.

Варианты	Урожайность	Прибавка
1.. Бетарен Экспресс АМ+Пантера + Лорнет + Карибу + Тренд-90	547,3	–
2. Бетарен Экспресс АМ+Пантера + Лорнет + Карибу + Тренд-90 + Гумат К/Na	580,1	32,8
3. Бетарен Экспресс АМ+Пантера + Лорнет + Карибу + Тренд-90 + Гумат «Плодородие»	587,8	40,5
НСР ₀₅	16,6	

Гуминовые препараты при совместном их внесении с гербицидами, оказывали незначительное влияния на содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы. Так, совместная обработка посевов сахарной свеклы гербицидами (Бетарен Экспресс АМ+Пантера +Лорнет+Карибу+ Тренд-90) с Гуматом калия/натрия повышала содержание сахарозы в корнеплодах на 0,5; с Гуматом «Плодородие» на 0,9 ц/га (рисунок 2).

Рисунок 2 – Влияние гербицидов и гуминовых препаратов на содержание сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы, %, 2017 г.

Изучение закономерностей изменения технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы под влиянием агротехники возделывания, является важной задачей. Извлечение сахара из свеклы не всегда находится в прямой зависимости от содержания сахарозы в корнеплодах [7, 8, 9]. Одним из основных показателей качества свеклы является чистота свекловичного сока, т.е. процентное содержание сахарозы по отношению к сухим веществам [10, 11].

Закключение. Применение баковой смеси гербицидами (Бетарен Экспресс АМ, Пантера, Лорнет, Карибу, Тренд-90) обеспечило снижение засоренности посевов сахарной свеклы. Биологическая эффективность по количеству сорных растений 81,2 %. Различные виды однолетних двудольных сорных растений проявляют разную степень чувствительности (устойчивости) к действию препарата Бетарен Экспресс АМ. Совместная обработка посевов сахарной свеклы гербицидами (Бетарен Экспресс АМ + Пантера + Лорнет + Карибу + Тренд-90) с гуминовым препаратом Гуматом калия/натрия повышает урожайность сахарной свеклы на 32,8 ц/га, Гуматом «Плодородие» – на 40,5 ц/га. Гуминовые препараты, при совместном их внесении с гербицидами, оказывают незначительное влияние на содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы. Совместная обработка посевов гербицидами с Гуматом калия/натрия повышала содержание сахарозы в корнеплодах на 0,5 %, с Гуматом «Плодородие» – на 0,9 %. При возделывании сахарной свеклы необходимо применять послевсходовые гербициды различного спектра действия (Бетарен Экспресс АМ, Пантера, Лорнет, Карибу, Тренд-90), соответствующие видовому составу сорных растений, с введением в баковую смесь гуминовых препаратов, обладающих свойствами снижения

стресса, и обеспечивающих повышения урожайности сахарной свеклы.

Библиографический список

1. Айдиев А.Ю., Лазарев В.И., Шумаков А.В. и др. Рекомендации по возделыванию сахарной свеклы без затрат ручного труда в Курской области/ Курск. – 2008. – 26 с.
2. Долгополова Н.В. Обоснование критерий оптимизации системы обработки почвы в севообороте под основные культуры в условиях ландшафтного земледелия / Н.В. Долгополова/ Региональный вестник. – 2018. – № 2 – С. 2.
3. Семькин В. А. Агроэкологические основы механизации производства сахарной свеклы в Центральном Черноземье/ В.А. Семькин. – Курск. Изд-во КГСХА. – 2002.– 183 с.
4. Пигорев И.Я. Долгополова Н.В. Комплексное соединение микроэлементов, в агропромышленном комплексе Центрального Черноземья // Вестник Курской ГСХА, 2017. – № 3. – С. 3-8.
5. Федоров Г.Ф. Свеклосахарный комплекс ЦЧР в условия рыночной экономики // Сахарная свекла. – 1996. – № 11. – С. 12-13.
6. Долгополова Н.В., Косулин Г.С. Влияние удобрений на продуктивность и технологические качества сахарной свеклы // Инновационные исследования и разработки для научно-го обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сборник материалов II Международной научно-практической конференции 2017 г., г. Краснодар) /ФГБНУ ВНИИТТИ. – Краснодар, 2017. – С. 29-32
7. Серегин С.Н. Свеклосахарная компания 2000: Итоги новые – проблемы старые // Сахарная свекла. – 2007.– № 3.– С. 3-9
8. Долгополова Н.В., Буланова Ж.А. Способы восстановления плодородия почвы в системе земледелия и перспективы их развития // В сборнике: Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный. – 2019. – С. 250-256.
9. Косулин Г.С. Влияние сорта и гибрида сахарной свёклы на сохранность в условиях ЦЧЗ // В сборнике: Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве материалы Международной научно-практической конференции, 27-28 февраля 2019г. Курск: КГСХА, 2019г. – Том 1 – С. 277-281.
10. Пигорев И.Я., Долгополова Н.В., Батраченко Е.А., Широких Е.В. роль естественных и антропогенных факторов на состояние чернозема выщелоченного в адаптивно-ландшафтном земледелии ЦЧЗ // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 2-5.
11. Долгополова Н.В., Широких Е.В., Косулин Г.С. Технологические показатели качества корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от предшественников // Сахарная свекла. – 2017. – № 3. – С. 6-9.

УДК 631.582:632.9

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕВООБОРОТОВ В ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНАХ ЦЧЗ

Вавин В.Г.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск

E-mail: vavin_vg@mail.ru

***Аннотация.** В статье показана саморегулирующая роль агроценоза, значение природных ландшафтных элементов, полезной энтомофауны, влияние агрономических, биоценологических и фитосанитарных факторов необходимых для учета при составлении севооборотов.*

***Ключевые слова:** севооборот, агроландшафт, сорняки, болезни, вредители растений, агроценоз.*

В агроэкосистеме живые и неживые компоненты связаны между собой потоками веществ и энергии, живые – дополнительно и пищевыми (трофическими) цепочками. Теория построения севооборотов основывается на общих закономерностях систем управления и развития агробиоценоза (агроэкосистемы) [1].

Экологические условия места производства, т.е. влияние климата, погоды, макро-, мезо- и микрорельефа, ландшафта, вида и типа почвы, вегетации ограничивают выращивание сельскохозяйственных культур в определенном регионе, хозяйстве или данном поле. Чем больше отрицательных влияний условий внешней среды на рост и развитие выращиваемых культур, тем выше опасность поражения и повреждения посевов вредными организмами [2]. С фитосанитарной точки зрения идеальны такие места выращивания, где экологические условия оптимальны для культурных растений и хуже для вредных организмов. Но во многих случаях экологические требования культурных растений и вредных организмов совпадают. При выборе места выращивания культур в рамках хозяйства и в определенном севообороте большую роль играют мелкомасштабные экологические условия. Они влияют не только на пригодность поля для выращивания определенной культуры, но и на поражение посевов вредителями и возбудителями болезней. Большое значение для их проявления имеет расположение склонов. Многолетними исследованиями в стационарных опытах Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии (ныне Курский ФАНЦ) выявлено, что южные склоны раньше и быстрее прогреваются и высыхают, в связи с чем опасность поражения грибными болезнями ниже. Но в то же время это способствует возникновению градаций к раннему появлению вредителей. На северных склонах более длительное время сохраняется влажность, они медленнее высыхают, что способствует развитию грибных болезней. Это касается и опушек леса, ползащитных лесополос, долин с застойным воздухом и т.п. [3].

Межи в поле, группы кустарников, живые изгороди, лесополосы, опушки леса являются не только резервуарами полезной энтомофауны, но и местами для перезимовки вредителей. Дикорастущие растения могут замыкать инфекционные цепи возбудителей болезней, когда из культурных растений для них нет «растений-хозяев».

Влияние отдельных факторов климата, например осадков и температуры, на эпидемиологию и динамику вредных организмов хорошо известно. Но знания о комплексном действии изменений климата на культурные растения во взаимодействии с влиянием на вредные организмы пока остаются ограниченными. Действия средств защиты растений также будут другими под влиянием изменений климатических факторов [4].

Прогрессирующие сегодня глобальные изменения климата могут влиять на появление *болезней* растений путем: изменения скорости развития болезней; изменения количества поколений; изменения географии распространения «растений-хозяев».

При глобальном потеплении атмосферы ожидают в отношении *вредите-*

лей: изменение географии распространения вредителей; возрастающей перезимовки; увеличение скорости роста популяций; увеличение числа популяций в год; увеличение видового состава и численности мигрирующих вредителей.

Изменяющийся климат влияет на *засорение* полей путём: удлинения вегетационного периода сорняков; стимуляции фотосинтеза и увеличения продуктивности (урожайности семян) сорняков; изменения видового состава сорняков.

Механизмы управления вещественно-энергетическими потоками, включая механизмы биологической саморегуляции и почвенно-климатические условия препятствуют чрезмерному размножению вредных организмов. Кроме хищников, паразитов и паразитоидов (энтомофагов) в регуляции вредных организмов в агроценозе также участвуют вирусы, простейшие, бактерии и грибы. Благодаря их деятельности многие виды вредителей в течение длительного периода не могут переходить к массовому размножению. Они остаются в фазе латентности. Если эту саморегуляцию подавляют мерами химической борьбы, повышается опасность массового размножения распространенных вредителей [5].

Для этого надо способствовать развитию популяций полезных организмов в агроценозах и агроландшафтах. Это входит в задачу по сохранению всех структурных элементов ландшафтов, которые могут служить для полезной энтомофауны источником питания, размножения и перезимовки. Растения для привлечения энтомофагов должны отличаться следующими свойствами: высокой энергией прорастания семян и всхожестью; длительным периодом роста и развития; обильным и продолжительным цветением; непригодностью быть растением-хозяином для вредителей и болезней [6].

В условиях Черноземья особенно привлекательными видами для энтомофагов являются такие растения как василек синий, ромашка аптечная, цикорий, шалфей, тысячелистник обыкновенный, люцерна посевная, душица обыкновенная, пустырник, фацелия, донник, змееголовник и др. Посевы таких растений, особенно в овощеводстве, могут сыграть большую роль в подавлении численности фитофагов [7].

Применение же химических средств защиты растений для компенсации нарушений правил севооборотов не только противоречит требованиям интегрированной защиты растений, но и экономически не выгодно и не безопасно с санитарно-экологической точки зрения.

Библиографический список

1. Акименко А.С., Логачев Ю.Б., Дудкин И.В., Вавин В.Г. Эффективность севооборотов в зависимости от сочетания различных удобрений // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 15-16.
2. Акименко А.С., Вавин В.Г. К вопросу эффективности использования ресурсного потенциала агроценоза // Почвозащитное земледелие в России: сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 45-летию ВНИИЗиЗПЭ. – Курск, 2015. – С. 60-62.
3. Акименко А.С., Вавин В.Г., Дудкин И.В. Методика проектирования системы борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками в адаптивно-ландшафтном земледелии (Фитосанитарная оптимизация агроландшафтов для товаропроизводителей различной специа-

лизации). – Курск, 2008. – 20 с.

4. База данных структуры посевных площадей и системы севооборотов для автоматизированного проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Центральном Черноземье / Г.Н. Черкасов [и др.]. – Курск, 2013. – 54 с.

5. Соколов М.С., Монастырская О.А., Пикушова Э.А. Экологизация защиты растений. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 462 с.

6. Защита растений в устойчивых системах землепользования: учебно-практическое пособие. Кн.3; под ред. Д. Шпаара. – Берлин, 2004. – 336 с.

7. Захаренко В.А. Проблемы научного обеспечения защиты растений // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства: сб. трудов Всероссийского съезда по защите растений, ВИЗР. – С-Пб, 1997. – С. 25-34.

УДК 635.951.2

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ В БОРЬБЕ С ВРЕДИТЕЛЯМИ СЕМЕННОЙ ЛЮЦЕРНЫ

Волошин А.Ю.¹, Девяткин А.М.²

Кубанский государственный аграрный университет

имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар

E-mail: ¹ shurik.voloshin.98@list, ² amd1945@mail.ru

Аннотация: Определена эффективность биологических инсектицидов на основных вредителях люцерны. Определено влияние испытанных препаратов на опылителей и других полезных насекомых.

Ключевые слова: люцерна, препарат, процент эффективности, листовой люцерновый долгоносик, апионы, клубеньковые долгоносики, опылители, экологизированная система защиты.

Abstract: The effectiveness of biological insecticides on the main alfalfa pests has been determined. The effect of the tested preparations on pollinators and other beneficial insects is determined.

Key words: alfalfa, preparation, percentage of efficiency, alfalfa leaf weevil, apions, nodule weevils, pollinators, green system of protection.

Использование инсектицидов в борьбе с вредителями люцерны приводит к снижению численности пчел и других опылителей, энтомофагов таких как жужелицы, стафелиниды и др. и одновременно, накоплению пестицидов. Применение пестицидов на люцерне приводит к накоплению их в кормах. Поэтому особый интерес на таких посевах представляет изыскание приемов, безвредных с токсиколого-гигиенической точки зрения и, отвечающих требованиям экологически безопасной интегрированной и экологизированной защиты растений [4,5].

Люцерна является прекрасным накопителем хищных жужелиц (Coleoptera, Carabidae), которые временно (транзитно) или постоянно находятся в агроценозе люцерны, распространяются на другие пропашные и плодовые культуры, произрастающие в агроценозе и своей активной жизнедеятельностью подавляют комплекс различных вредных фитофагов [1,2,4,8].

Однако эффективность хищных беспозвоночных не всегда позволяет контролировать вредителей на уровне ниже экономического порога вредоносно-

сти, в связи с чем, без обширных опрыскиваний полей получить достойную урожайность не удастся [7].

Нами было проведено испытание препаратов на основе энтомопатогенных микроорганизмов. Биологическая эффективность микробиологических препаратов определялась на личинках листового люцернового слоника (фитономуса), жуках – ситонам (клубеньковых долгоносиках), люцерновых апионах [3].

Для изучения этого вопроса нами были заложены специальные опытные делянки. Опыт проводился на посевах люцерны сорта «Славянская местная» второго и третьего годов жизни в ЗАО им. «Ильича» Выселковского района, на сорте «Славянская местная» сплошного посева, площадь учетных делянок составляла 100 м², повторность трехкратная. Обработку растений проводили ранцевым опрыскивателем в фазу бутонизации и начало цветения люцерны. Норма расхода рабочей жидкости составила 400 л/га.

На посевах люцерны постоянно присутствует комплекс вредителей, который изменяется с учетом фаз развития растений. Поэтому стояла задача дать оценку биологической эффективности биопрепаратов с иными препаративными формами против комплекса фитофагов-вредителей семенной люцерны.

Результаты исследований показали, что в борьбе с комплексом вредителей люцерны эффективность всех испытанных биологических препаратов (норма расхода 2-5 кг/га) была невысокой и составляла 64,5-71,2%. При анализе результатов эффективности инсектицидов против отдельных видов вредителей установлено, что наибольшая гибель жуков апионов была на варианте с применением БТБ-битоксибациллина, П (4 кг/га) – биологическая эффективность которого составляла 57,3%. В борьбе с открыто живущими личинками и гусеницами чешуекрылых более токсичным проявил себя лепидоцид, П (2 кг/га) – 56,9%. При проведении учетов и наблюдений в опыте было параллельно выявлено, что биопрепараты битоксибациллин и лепидоцид были токсичны также для хищных энтомофагов – личинок златоглазок и божьих коровок – кокцинеллид. Определена опасность биопрепаратов и для опылителей семенной люцерны. Наиболее токсичными для пчел оказались битоксибациллин (4 кг/га) – вызывал гибель 100%, а лепидоцид (2 кг/га) – 30%, поэтому их целесообразно не включать в систему защиты на ранних фазах развития люцерны.

В 2018-2019 гг. в производственных условиях проводили испытание жидкой препаративной формы биопрепарата биостоп (жидкий препарат), и порошкообразного – лепидоцида, БТБ, и смеси жидкой формы биостоп с порошкообразным лепидоцидом и БТБ. Опыты проводили на семенной люцерне 3-го года жизни. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что жидкая форма биостоп в смеси с лепидоцидом в борьбе с люцерновой совкой оказалась на 7,8% выше, чем при применении БТБ в чистом виде, а по сравнению с эталонным вариантом (энтобактерин, П) – на 15,1%. Превышение смертности личинок фитонмуса на вариантах с применением биостоп, Ж. и его смеси с битоксибациллином по сравнению с эталоном оказалось еще выше – на 23,3-25,3 %. Если сравнить данные с применением жидких и порошкообраз-

ных форм препаратов, следует отметить, что жидкие формы более эффективны в борьбе с личинками фитономуса (на 24,7-24,8 %), и жуками тихиусами (– 22,3%).

Оценивая в целом результаты двухлетних испытаний биологических препаратов против основных вредителей люцерны, можно сделать вывод о том, что препараты обладают определенной избирательностью по отношению к отдельным видам фитофагов и могут быть использованы в экологизированной системе защиты семенной люцерны от вредителей.

Библиографический список

1. Белый А. И. Влияние агротехнических приемов и систем защиты люцерны на заселенность основными вредителями в условиях Западного Предкавказья / Диссертация на соискание ученой степени к.с.-х.н. / Кубанский государственный аграрный университет. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 155 с.
2. Белый А.И. Структура карабидокомплекса садового агроценоза центральной зоны Краснодарского края / А.И. Белый, Л.С. Глушенко, А.С. Замотайлов, Е.Е. Хомицкий // Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг: Сб. матер. междун. науч.-практ. конф. посвященный 10-летию образования лаборатории биоэкологического мониторинга беспозвоночных животных Адыгеи). – Майкоп: АГУ, 2013. – 154 с. – С. 23-26.
3. Вредители сельскохозяйственных культур и лесопарковых насаждений Юга России: учеб. пособие / А.С. Замотайлов, А.М. Девяткин, Э.А. Пикушова, А.И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 382 с.
4. Замотайлов А.С. История и методология биологической защиты растений: учеб. пособие / А.С. Замотайлов, И.Б. Попов, А.И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 263 с.
5. Замотайлов А.С. Актуальные проблемы интегрированной экологизированной и биологической защиты растений от вредителей: учеб. пособие / А.С. Замотайлов, А.И. Белый, И.В. Бедловская. – 2-е изд., испр. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 115 с.
6. Прогноз в защите растений: учеб. пособие / Л.П. Есипенко, А.С. Замотайлов, А.И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 202 с.
7. Попов И.Б. Применение микроорганизмов в защите растений: учеб. пособие / И.Б. Попов, А.И. Белый, А.С. Замотайлов. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 125 с.
8. Хомицкий Е.Е. К изучению миграций жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроландшафтах Краснодарского края / Е.Е. Хомицкий, А.С. Замотайлов, А.И. Белый, Н.Б. Никитский // Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг: Сб. мат. II Международной науч.-практ. конференции (14-16 октября 2015 г.). – Майкоп: Изд-во АГУ, 2015. – 186 с. – С. 85-88.

УДК 631.436

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ В КАМЕННОЙ СТЕПИ

Востриков В.Т., Беспалов В.А.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Центрально – Черноземной полосы имени В.В. Докучаева

E-mail: vabespalov@bk.ru

Аннотация. Летом 2019 г. в Каменной Степи проведены исследования температуры почвы в лесной полосе №40 и залежи косимой 1882 года распахки. Более высокий температурный фон характерен для почв степных участков (залежь косимая) в отличие от лесной полосы. Разница для слоя почвы 5-10 см составила 9,8°C, для слоев почвы 10-15 и 15-20 см – 5,6°C.

Ключевые слова: температурный режим, лесная полоса, косимая залежь, Каменная Степь.

Summary. The summer of 2019 in Kamennaya Steppe conducts researches of temperature of soil in a wood strip №40 and mowing deposit 1882 plowing. Higher temperature background is characteristic for soils of steppe sites (mowing deposit) unlike a wood strip. The difference for a layer of earth of 5-10 sm has made 9,8°C, for layers of earth of 10-15 and 15-20 sm – 5,6°C.

Keywords: a temperature mode, a wood strip, mowing deposit, Kamennaya Steppe.

Температура воздуха и почвенной среды – один из главных показателей формирования почвенно-климатических условий в регионе. Колебания температуры почвы напрямую связаны с воздушным температурным режимом. Температурный режим почвы в свою очередь оказывает существенное влияние на физические и биологические процессы и микробиологическую деятельность [1; 2]. Целью наших исследований явилось изучение температурных режимов почвы открытых степных участков и лесной полосы.

Результаты исследований. Исследования проведены в зоне влияния лесной полосы № 40 и залежи косимой. Погодные условия в период наблюдений были характерными для летнего сезона Центрального Черноземья. В большинстве дней стояла экстремально жаркая и сухая погода. Наблюдения за изменениями температуры проведены в середине вегетационного периода – с 11 июля по 10 августа 2019 года. Более высокие показатели отмечены на открытом пространстве (залежи косимой). Под пологом лесной полосы температура имела более выровненные сглаженные значения (рис. 1). На залежи косимой, в течение периода наблюдений, температура почвы на поверхности колебалась от 12,8°C (2 августа) до 42,2°C (23 июля). Размах значений составляет 29,4°C.

Под пологом лесной полосы, естественно, температура варьировала на несколько меньшем уровне – соответственно от 8,0°C до 21,9°C (размах значений 13,9°C). Причем, экстремумы температур по датам наблюдений не соответствовали друг другу. Если на залежи косимой максимальная температура на поверхности почвы отмечена 23 июля, то под лесной полосой – 15 июля. Минимальные показатели соответственно 2 августа и 5-6 августа.

Рисунок 1 – Температура на поверхности почвы, °C

По профилю отмечается закономерное снижение температуры почвы. При этом для почвы степного участка характерно существенное варьирование в течение всего периода наблюдений. На глубине 0-5см температура изменялась от 29,2 до 15,8°C (рис. 2). В почвах лесной полосы температурный фон более выровнен и подвержен меньшим колебаниям – от 18,5 до 11,5°C. Можно

также отметить постепенный тренд повышения температуры почвы до начала августа по всем глубинам.

Рисунок 2 – Температура почвы в слое 0-5 см, °C

Высокая теплопроводность черноземов способствовала хорошей прогреваемости почвы по всему почвенному профилю. Аналогичная температура почвы отмечена и в нижележащих горизонтах: 5-10; 15 и 20 см (рис. 3; 4). В этом отношении выделяются почвы лесной полосы. Различия между почвенными слоями в 5 см не превышали 1°C.

В почвах степного участка, при общем более высоком фоновом значении температуры, контрастнее изменяются и профильные показатели. Особенно эти различия проявляются в дни с высокой температурой воздуха. Так 23 июля, когда была отмечена самая высокая температура на поверхности в 42,2°C она изменялась по слоям почвы в следующей последовательности: 28,7; 29,1; 22,9 и 22,2°C. На следующий день (24.07) эти значения составили соответственно 22,0; 22,3; 22,0; 22,3 и 22,3°C. Разница температуры в лесной полосе и на залежи косимой составила соответственно 13,7 и 11,1°C, что в процентном отношении составляет 53,4 и 55,0%. На степном участке варьирование температуры на поверхности почвы и в верхнем 0-5 см слое более существенно – 12,2 и 7,1°C. В нижележащих горизонтах 10-15 и 15-20 см относительно верхнего 0-5 см слоя колебания температуры более значительные – 2,7 и 3,0°C.

Рисунок 3 – Температура почвы в слое 5-10 см, °C

Рисунок 4 – Температура почвы в слое 15-20 см, °C

Наблюдения за температурным режимом почв залежи косимой и лесной полосы выявили различия в профильном варьировании (рис. 5). Более высокий температурный фон характерен для открытых степных участков. Различия в слое почвы 5-10 см составили 9,8°C, в слое 10-15 см – 5,6°C и в слое почвы 15-20 см – 5,6°C. Но при этом необходимо отметить более крутой характер тренда изменения температуры по профилю на залежи косимой.

Наблюдения в августе показали, что в исследуемых почвах залежи косимой и лесной полосы сохранились выявленные закономерности. Верхний слой степного участка характеризовался более высоким температурным фоном – 24,6°C, в лесной полосе существенно ниже – всего 11,4°C. В горизонте 0-5 см температура почвы равнялась соответственно 21,6 и 14,1°C (разница 7,5°C).

Рисунок 5 – Среднее значение температуры почвы по профилю:
а) июль 2019 г.; б) август 2019 г.

Выводы. Сравнительный анализ показал, что за весь период наблюдений более высокий температурный фон характерен для почв степных участков (за-

лежь косимая) в отличие от лесной полосы. Причем заметные различия в температуре почвы отмечены по всему изученному почвенному профилю.

Библиографический список

1. Гребенников А.М., Беспалов В.А., Исаев В.А., Белобров В.П., Юдин С.А. Влияние разных способов обработки агрочерноземов на их влажностный и температурный режим в условиях высокой обеспеченности почв влагой. // Современное состояние чернозёмов: материалы 2 международной научной конференции, 24–28 сентября 2018 г., Ростов-на-Дону – Таганрог. – Том 1. – С. 376-383.
2. Sborischuk Yu.N., Bepalov V.A. The structure of the soil cover of the stone steppe // Moscow University Soil Bulletin, December 2011, volume 66, No 4, pp. 144-148. © Allerton Press, Inc., 2011.
3. Беспалов В.А., Чевердин Ю.И., Титова Т.В. Изменение варьирования основных морфометрических характеристик черноземов Каменной Степи / Почва – национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния // Материалы Всероссийской научно-практической конференции 2-3 июля 2015 года г. Ижевск, 2015. – С. 178-183.

УДК 631.459.2.57

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ ПРИ РАЗНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Вытовтов В.А.

ФГБНУ «Курский ФАНЦ», г. Курск

E-mail: v.a.vitovtov@mail.ru

***Аннотация.** В статье представлены экспериментальные данные о влиянии температуры воды на интенсивность искусственного дождя и диаметр капель воды. Интенсивность дождя зависит от температуры воды, а диаметр капель не изменился в пределах погрешности.*

***Ключевые слова:** капля, дождевальная установка, температура воды, интенсивность дождя*

Большое влияние на величину эрозионных процессов оказывают дожди. Дождь – это атмосферные осадки, выпадающие из облаков в виде капель воды, диаметром от 0,5 до 7мм. Осадки, имеющие диаметр капель менее 0,5мм называют моросью, и с точки зрения, дождевой эрозии не рассматриваются. На эрозионные процессы влияют суммарное количество дождевых осадков, их вид, интенсивность, продолжительность, температура, влажность воздуха и сила ветра. Капли дождя несут огромную энергию, большая часть которой расходуется на уплотнение почвы, а остальная на отрыв и перемещение частиц. Кинетическая энергия капель, определяющая величину причиняемых почве разрушений, зависит от размера капли (ее веса) и квадрата ее скорости, которая при падении капли стабилизируется. Чем больше будет диаметр капли, тем тяжелее она, и как следствие, большее воздействие окажет на почву. Так при увеличении капли в 10 раз ее энергия увеличивается в тысячи раз. Например, для капель диаметром 4 мм, получаемых на наших дождевальных установках, скорость падения достигает восьми метров в секунду.

Каждая капля, падая на почву, оказывает взрывное воздействие на ее по-

верхности (рис. 1). Однако, важно учитывать состояние почвы при воздействии дождевых капель: влажность, плотность, степень проективного покрытия и т.д. Ударяя о почву капли, постепенно формируют почвенную корку, водопроницаемость которой в сотни раз ниже, чем без нее.

Если интенсивность дождя превышает скорость впитывания почвы, то начинается сток и такой дождь является эрозионноопасным.

Для исследования впитывающей способности почвы мы используем метод дождевания стоковых площадок, который вошел в Глобальную базу данных измерений инфильтрации [1].

Ранее при проведении экспериментальных исследований с дождевальными установками были зафиксированы изменения интенсивности дождя с изменением температуры воды. Как известно из курса физики, коэффициент вязкости воды зависит от температуры воды. Однако, влияние температуры на изменение диаметра капель воды при проведении искусственного дождевания ранее не изучалось.

Рисунок 1 – Удары капель о поверхность почвы

Цель данной работы – изучить влияние температуры воды на интенсивность дождя и диаметр капель портативной дождевальной установки (рис. 2) в лабораторных условиях. [2]

Эксперимент проводили в лабораторных условиях на базе лаборатории Защиты почв от эрозии ФГБНУ «Курский ФАНЦ» для портативной лабораторно-полевой дождевальной установки (ДУ).

Дождевальная установка выполнена из рамы с вертикальными стойками и подвесной скобой, на которых закреплены емкость для воды с крышкой, водоводы с фильтром и вентилем, поплавковый механизм с резиновой грушей и каплеобразователем. Поплавковый механизм состоит из установленных в прозрачном корпусе поплавком с иглой и гнездом для нее, направителя в ниппеле и дренажной трубки для резиновой груши с дренажным отверстием.

Каплеобразователь включает последовательно зафиксированные на ниппеле толстую гибкую трубку с хомутами, втулку и пучок тонких гибких трубок, вторым концом, закрепленных на горизонтальной панели.

Для проведения эксперимента были отобраны и пронумерованы пять тонких гибких трубок (кембриков). Исследования проводили при трех разных

температурах: +1,5°C; +12 °C; 26 °C. Температура воды и воздуха была одинакова при проведении экспериментов. Запасы воды предварительно заготавливали и оставляли на сутки в помещениях с нужной температурой. Температуру воды и воздуха каждый раз измеряли до и после проведения эксперимента. Поочередно по 50 капель воды с пятикратной повторностью собирали в один и тот же стаканчик. Измеряли время для вычисления интенсивности и взвешивали воду на электронных весах с точностью до 0,02г. Определили среднее значение веса 50 капель и, приняв удельный вес воды равным 1г/см³, а форму капли в виде шара, рассчитали диаметр капель. Результаты представлены в таблице.

- 1- Рама, 2- бак для воды, 3- поплавковая камера, 4 -узел с каплеобразователями, 5 -рабочая поверхность с каплеобразователями, расположенными по спирали Архимеда, 6 -устройство для удаления воздуха из дождевателей, 7- автоматическое раскачивающее устройство

Рисунок 2 – Портативная дождевальная установка

Таблица – Расход воды через каплеобразователи и диаметр капель ДУ при разной температуре воды

Показатели	Температура воды и воздуха, °C		
	1,5±0,5	12±0,5	26±0,5
Расход воды через каплеобразователи, г/мин	1,98±0,07	2,74±0,08	3,77±0,2
Диаметр капель воды, мм	4,00±0,04	3,99±0,04	3,96±0,04

Выводы: 1. При увеличении температуры с 1,5 °C до 26 °C расход воды одного каплеобразователя увеличился почти в два раза. 2. Диаметр капель воды при увеличении температуры от 1,5 °C до 26 °C не изменился (в пределах погрешности). Полученные экспериментальные данные необходимо учитывать при планировании экспериментов при разных температурных условиях.

Библиографический список

1. Rahmati M. et al. Development and analysis of the Soil Water Infiltration Global database // Earth System Science Data. 2018. Vol.10. P. 1237–1263. <https://doi.org/10.5194/essd-10-1237->

2018 .

2. Вытовтов В.А., Сухановский Ю.П., Прущик А.В. Портативная лабораторно-полевая дождевальная установка // Патент РФ 184625. заявка № 22012145695/13, 03.04.2018, опубликовано 01.11.2018. Б.И. № 31.

УДК: 631.51.01:631.434.6

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ НА СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

Гармашов В.М., Говоров В.Н.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Центрально-Черноземной полосы им В.В. Докучаева,

Россия, Воронежская область, Каменная Степь

E-mail: *niish 1c@mail.ru*

Аннотация. *Исследование вопроса влияния различных обработок почвы на структурно-агрегатное состояние чернозема обыкновенного при возделывании кукурузы на зерно показало, что содержание воздушно-сухих и водопрочных агрономически ценных агрегатов находится в оптимальных пределах для данного типа почв и имеет очень устойчивое структурное состояние.*

Ключевые слова: *Обработка почвы, агрономически ценные агрегаты, водопрочность, глыбистая фракция, пылевидная фракция.*

На данном этапе развития земледелия остается актуальным и открытым вопрос различного влияния обработок почвы на сохранение фундаментальной агрофизической составляющей чернозема обыкновенного – его почвенной структуры, а также необходимости участия обработки в созидательном почвообразовательном процессе и возможности стабилизации и воспроизводства плодородия почвы, наряду с получением высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

И.Б. Ревут характеризует почвенную структуру (для почвенных комочков или отдельностей) двумя терминами. В физике почв, в одном случае, мы говорим о почвенной структуре, имея в виду комочки в сухом состоянии, в другом – о почвенных агрегатах, в той или иной степени устойчивых в воде. В идеальном случае понятия структуры и агрегатов практически совмещены, так как преобладающая часть комочков (агрегатов) устойчива и в воде. К его достижению должны быть направлены агротехнические мероприятия [2].

Как известно, наиболее эффективным способом влияния на структурно-агрегатный состав является обработка почвы. Но каждая последующая механическая обработка, наряду с благоприятным влиянием на плотность почвы, ведет к разрушению почвенных агрегатов и увеличению массы пылевидной фракции [3].

По мнению Т.С. Мальцева, в засушливой степи почву следует не плугом пахать, а рыхлить её лушильником-культиватором неглубоко, не разрушая структуру почвы, не выворачивая на поверхность глубинный и влажный слой земли. По его словам, традиционная вспашка резко изменяет условия жизне-

деятельности микроорганизмов, усиливает аэробные процессы, разрушает структуру почвы [1].

Изучение влияния обработки почвы на структурно-агрегатный состав проводилось в стационарном опыте НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева в 2016-2018 годах. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый, с благоприятными физико-химическими и агрохимическими показателями. Содержание гумуса (по Тюрину в модификации В.Н. Симакова, ГОСТ 2613-91) – 7,1%, общего азота (по Гинзбургу) – 0,36%, общего фосфора (по Гинзбургу и Щегловой) – 0,33%, общего калия (по Ожигову) – 1,87%, азота гидролизуемого (по Тюрину и Кононовой) – 63,3 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – 68,7 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 7,14, гидролитическая кислотность – 0,70 мг-экв/100 г почвы.

Схема стационарного опыта включала следующие варианты обработки почвы: 1) вспашка на глубину 20-22 см (контроль); 2) вспашка на глубину 25-27 см; 3) вспашка на глубину 14-16 см; 4) безотвальная обработка почвы на глубину 14-16 см; 5) минимальная система обработки почвы в севообороте (безотвальная обработка на 6-8 см – КПЭ-3,8); 6) нулевая обработка почвы по технологии No-till; залежь (косимая).

Количество агрегатов определенного размера определяли методом сухого просеивания по Савинову в слоях 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см два раза за вегетацию (в начале вегетации и в конце), водоустойчивость агрономически ценных агрегатов (АЦА) – методом мокрого просеивания по Бакшееву.

В среднем за три года исследований в засушливых условиях юго-востока ЦЧЗ содержание АЦА в слое 0-40 см при различных способах обработки почвы мало изменялось и находилось в пределах от 68,7% при вспашке на глубину 14-16 см до 72,0% при поверхностной и нулевой обработке почвы.

Динамика содержания агрегатов по различным горизонтам была несколько иной, нежели в общем по изучаемому профилю, и изменялась в зависимости от глубины и способа обработки почвы.

Рассмотрев наиболее уязвимый, с точки зрения устойчивости при обработке, верхний горизонт почвы – 0-10 см, особенно при возделывании кукурузы, где применяется до трех междурядных обработок в начальный период вегетации, установили, что количество АЦА преобладало при отвальной вспашке на 20-22 см и составило 78,1% (таблица 1).

Изменение степени и характера воздействия на почву привело к некоторому снижению агрегатов ценной фракции в этом слое почвы. При применении безотвального и поверхностного способов обработки количество АЦА под кукурузой в этом слое по отношению к вспашке на 20-22 см снижалось на 6,4 и 6,9 абс.%, соответственно.

Поэтому можно отметить, что ни увеличение, ни снижение глубины при отвальных и безотвальных обработках не приводило к формированию большего количества частиц в этом слое. При нулевой обработке наличие воздушно-сухих ценных агрегатов в нетронутой обработкой слое приближалось к уров-

ню отвальной обработки на 20-22 см.

На фоне естественного сложения – косимой залежи, суммарное содержание ценных агрегатов зернистой фракции в поверхностном слое почвы значительно превышает их количество при применении различных обработок почвы, на что указывает высокий коэффициент её структурности – 6,25.

Таблица 1 – Воздушно-сухое и водопрочное состояние агрегатов чернозема обыкновенного при возделывании кукурузы.

Обработка	Слой почвы	Агрегаты	Размерфракций, мм				Кс	АФИ%
			>10	Σ - 0,25-10	Σ - 0,25-1	< 0,25		
Вспашка 20-22см	0-10	Возд.сух.	21,11	78,1	6,86	0,76	3,57	
		Водопроч.		84,0	32,5			473
	0-20	Возд.сух.	30,70	68,8	5,23	0,64	2,51	
		Водопроч.		86,8	29,4			562
	0-40	Возд.сух.	29,95	69,4	4,76	0,76	2,26	
		Водопроч.		86,7	24,3			511
Вспашка 25-27см	0-10	Возд.сух.	26,01	73,2	7,06	0,83	2,73	
		Водопроч.		83,4	31,6			447
	0-20	Возд.сух.	29,43	69,8	5,26	0,77	2,35	
		Водопроч.		84,1	28,6			544
	0-40	Возд.сух.	28,10	70,9	4,72	1,01	2,44	
		Водопроч.		83,9	24,0			508
Вспашка 14-16 см	0-10	Возд.сух.	28,69	70,1	6,15	1,24	2,34	
		Водопроч.		82,9	28,8			469
	0-20	Возд.сух.	30,71	68,2	5,77	1,10	2,15	
		Водопроч.		85,3	26,9			465
	0-40	Возд.сух.	30,33	68,7	5,44	1,02	2,19	
		Водопроч.		84,0	23,9			439
Чизельная обработка на 14-16см	0-10	Возд.сух.	25,84	73,1	8,33	1,05	2,72	
		Водопроч.		81,8	27,6			331
	0-20	Возд.сух.	29,87	69,3	6,18	0,85	2,31	
		Водопроч.		83,6	25,0			404
	0-40	Возд.сух.	29,55	69,6	5,2	0,81	2,29	
		Водопроч.		84,9	23,5			451
Поверхностная на 8-10 см	0-10	Возд.сух.	25,31	72,7	4,69	2,70	2,60	
		Водопроч.		84,7	32,8			699
	0-20	Возд.сух.	28,77	69,9	4,98	1,59	2,32	
		Водопроч.		86,4	29,9			602
	0-40	Возд.сух.	26,78	72,0	5,28	1,35	2,56	
		Водопроч.		87,8	25,1			475
Нулевая	0-10	Возд.сух.	21,30	77,2	5,49	1,02	3,46	
		Водопроч.		83,8	32,7			596
	0-20	Возд.сух.	28,39	70,4	4,54	1,22	2,59	
		Водопроч.		85,4	28,7			632
	0-40	Возд.сух.	27,04	71,9	4,75	1,03	2,56	
		Водопроч.		86,9	24,9			524
Залежь (косимая)	0-10	Возд.сух.	12,86	86,2	3,03	0,93	6,25	
		Водопроч.		94,6	12,3			406
	0-20	Возд.сух.	12,63	86,6	2,92	0,78	6,47	
		Водопроч.		95,1	8,90			304
	0-40	Возд.сух.	12,32	86,8	3,74	0,88	6,57	
		Водопроч.		95,2	9,50			254

При рассмотрении изменения состояния и распределения АЦА в пахотном 0-20 см слое их количество снижалось в среднем по слою на 6,3%, независимо от обработки. Такая динамика в сторону убыли ценных частиц вниз по профилю связана с процессом отвальной обработки почвы – перемещением более мелких и лёгких фракций, сконцентрированных в верхнем слое, в нижнюю часть пахотного горизонта, за исключением обработок с использованием КПЭ-3,8 и нулевой, где такое перемещение исключено. Но всего по профилю 0-40 см содержание ценных агрегатов было выше на 1,4%, с лучшим накоплением при поверхностной и нулевой обработке. На залежи в профиле 0-40 см наличие частиц зернистой фракции также возрастало по отношению к слою 0-20 см.

Известно, что различные обработки в зависимости от характера и степени своего воздействия на агрономически ценную структуру (АЦС), также влияют на водопрочность ее агрегатов. За период исследований установлено, что наличие водопрочных агрегатов (отдельностей $> 0,25$ мм) в слое от 0-40 см под кукурузой преобладало на варианте с применением КПЭ-3,8 на 6-8 см и нулевой обработке почвы, где их содержалось на 1,7 и 3,6% больше, чем при отвальной вспашке на 20-22 см, соответственно. На фоне этих обработок в почве, возможно, происходит активация анаэробных процессов и усиление внутриагрегатных связей между органическими и минеральными частицами почвы. Такое, хоть и незначительное превышение связано с некоторым частичным восстановлением структуры, что и происходит на необрабатываемых и малообрабатываемых вариантах за счёт образования фона близкого к естественному, создания благоприятных условий для почвообразования в низлежащих горизонтах на этих обработках и меньшем воздействии на верхний слой почвы при оптимальной влажности. На варианте с мелкой отвальной вспашкой и безотвальной обработкой на 14-16 см в основном наблюдалась тенденция снижения водопрочности почвенных частиц на 1,8-3,2%, соответственно. На фоне поверхностной и нулевой обработки почвы отмечается более благоприятное соотношение водопрочных отдельностей, как в пахотном 0-20 см, так и в 0-40 см слоях почвы.

Наиболее чувствительным, а также информативным, является метод расчета критерия водопрочности (отношение суммы агрегатов 1-0,25 мм при мокром и сухом просеивании) АФИ [4]. Как видно из графика (рис.1), в профиле 0-40 см критерий водопрочности для этих частиц был на уровне хороший и очень хороший и был примерно на одном уровне по всем обработкам, составляя от 439 до 524%. Тогда как в поверхностном 0-10 см и пахотном 0-20 см слоях, различия по обработкам были более значительными, вследствие более интенсивного воздействия на почву. Особенно четкими эти отличия были в слое 0-10 см при использовании КПЭ-3,8 и нулевой обработки почвы. Критерий водопрочности по этим обработкам был очень хорошим и по отношению к вариантам с отвальной вспашкой сильно возрастал за счет большей концентрации водопрочных частиц в верхнем слое. При применении чизельного агрегата наличие водопрочных АЦА в этом слое было самым низким. Такое коли-

чество АЦА обусловлено спецификой этой обработки, где при воздействии на почву происходит перемещение АЦА размером 0,25-1мм в нижнюю часть обрабатываемого профиля. Рассматривая наличие водопрочных частиц по критерию на естественном фоне (залежь косимая) необходимо отметить, что их количество по сравнению с обрабатываемыми вариантами под кукурузу минимальное и снижается по мере углубления профиля.

Рисунок 1 – Критерий водопрочности АФИ, %

Установлено, что более высокой механической устойчивостью и водопрочностью агрегатов в слое 0-10 см обладает почва с применением отвальной вспашки на 20-22 см, поверхностной на 6-8 см и нулевой обработки.

Оценка воздушно-сухого и водопрочного структурного состояния почвы по шкале С.И. Долгова и П.У. Бахтина [4] при всех обработках отмечалась как отличная, с преобладанием ценной фракции с размером частиц 1-0,5 мм.

По критерию АФИ лучшее соотношение мокрых и сухих агрегатов в пахотном 0-20 см слое наблюдалось на вариантах с применением энергосберегающих обработок и отвальной вспашки на 20-22 и 25-27 см.

Таким образом, можно сделать заключение, что применение различных обработок почвы под кукурузу не оказывало значительного влияния на структурное состояние чернозема обыкновенного и наличие в нем сухих и водопрочных агрегатов, и практически не изменялось в изучаемых горизонтах.

Библиографический список

1. Т.С. Мальцев «Раздумья о земле, о хлебе» – М.: Наука, 1985 – 296 с.
2. Физика почв. Изд. 2-е, дополн. и переработ. И. Б. Ревут. Л. «Колос», 1972. – 368 с.
3. Маковеев А.В. Влияние различных систем основной обработки проводимой под подсолнечник на физические свойства почвы / А. В. Маковеев, Ф.И. Дерка, С.И. Лучинский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 09 (113). – С. 562-579.
4. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв / Е.В. Шеин, Т.А. Архангельская, В.М. Гончаров и др. – Москва: Изд-во МГУ, 2001. – 200 с.

МИНИМАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯЧМЕНЯ В ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ЦЧР

Гармашов В.М., Корнилов И.М., Нужная Н.А.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева,

Каменная Степь, Россия

E-mail: niish1c@mail.ru

Аннотация. В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ наиболее эффективной обработкой почвы под ячмень является отвальная обработка почвы на глубину 20-22 см. Увеличение глубины отвальной обработки до 25-27 см приводит к тенденции повышения урожайности ячменя, а уменьшение глубины до 14-16 см к тенденции снижения. Безотвальная, поверхностная и нулевая обработки почвы приводят к снижению плодородия чернозема обыкновенного и урожайности ячменя на удобренном и неудобренном фонах. Снижение урожайности ячменя при безотвальной и поверхностной обработках составило 0,14-0,24 т/га ($НСР_{05} = 0,21$ т/га) или 5,8-18,5%, при нулевой обработке – 1,20 т/га или 49,4% по сравнению со вспашкой на глубину 20-22 см.

Применение удобрений при минимализации обработки почвы снижает их эффективность.

Ключевые слова: плодородие, чернозем обыкновенный, минимализация обработки почвы, урожайность, ячмень.

Summary. In the soil-climatic conditions of the Southeast of CCZ the most effective treatment of the soil for barley is a conventional tillage to a depth of 20-22 see an increase in the depth moldboard treatment to 25-27 cm tended to improve the yield of barley, and a decrease in the depth of 14-16 cm in its downward trend. Non-soil, surface and zero tillage leads to a decrease in the fertility of ordinary black soil and the yield of barley on fertilized and wind-fed backgrounds. The decrease in the yield of barley during non-tillage and surface treatment was 0.14-0.24 t / ha ($NSR_{05} = 0.21$ t / ha) or 5.8-18.5%, with zero processing-1.20 t / ha or 49.4% compared to plowing to a depth of 20-22 cm.

The use of fertilizers while minimizing soil treatment reduces their effectiveness.

Keywords: fertility, common black soil, minimization of tillage, yield, barley.

В современном земледелии одно из ведущих мест в увеличении производства продукции растениеводства, сохранении и воспроизводстве плодородия почвы занимает рациональная система обработки почвы.

Несмотря на многочисленные исследования по обработке почвы, проводимые в регионе, проблемы снижения энергозатрат, степень адаптивности различных систем обработки почвы к конкретным условиям остаются недостаточно изученными и дискуссионными [1,2,3,4].

Цель исследований – поиск и разработка менее затратных приемов обработки почвы, обеспечивающих стабильно высокую урожайность ячменя с высокой отдачей от средств интенсификации и сохранение почвенного плодородия.

Условия, материалы и методы. Объект исследований – чернозем обыкновенный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с благоприятными физико-химическими и агрохимическими показателями.

Схема стационарного полевого опыта включала следующие варианты:

система обработки почвы (фактор А) – отвальная под все культуры севооборота на глубину 20-22 см (контроль); отвальная под все культуры севооборота на глубину 25-27 см; отвальная под все культуры севооборота на глубину 14-16 см; безотвальная под все культуры севооборота на глубину 14-16 см; комбинированная – чередование отвальной и безотвальной обработки почвы под различные культуры севооборота (под ячмень – отвальная на глубину 20-22 см); разноглубинная отвальная под различные культуры севооборота (под ячмень – отвальная на глубину 14-16 см); разноглубинная безотвальная под различные культуры севооборота (под ячмень – безотвальная на глубину 20-22 см); минимальная под все культуры севооборота на глубину 6-8 см КПЭ-3,8 (под все культуры севооборота); без обработки (нулевая по технологии No-till) под все культуры севооборота;

удобрения (фактор В) – без удобрений (0); $N_{60}P_{60}K_{60}$ под все культуры севооборота.

В вариантах с различными системами обработки почвы допосевные и послепосевные обработки выполняли в соответствии с зональными рекомендациями, за исключением прямого посева (без обработки), где после уборки предшественника применяли гербицид Торнадо 500, ВР нормой 2,5 л/га. По вегетации гербицидная обработка проводилась фоном. Опыт заложен в трехкратной повторности. Размещение повторений и делянок систематическое. Схема опыта построена по методу расщепленных делянок. Площадь делянок первого порядка (обработка почвы) – 390 м² (65 м × 6 м), второго порядка (удобрения) – 150 м² (25 м × 6 м), учетная площадь делянок – 80 м² (20 м × 4 м).

Приемы и системы обработки почвы изучали в зернопропашном севообороте: горох – озимая пшеница (пожнивню посев горчицы на сидерат) – кукуруза на зерно – ячмень – однолетние травы (горох+овес) – озимая пшеница – подсолнечник – ячмень. Стационар заложен тремя полями севооборота. Исследования проводились по ячменю, высеваемому по кукурузе. В опыте высевали ячмень сорт Таловский 9 нормой 5,0 млн всхожих зерен на 1 га.

Наблюдения, анализы и учеты проводили согласно действующим методикам, принятым в полевых и лабораторных исследованиях по земледелию [5,6]. Для обработки экспериментальных данных использовали программное обеспечение ПК.

Агрометеорологические условия в годы исследований были контрастными в течение вегетации, а в среднем за вегетационный период, в основном, близкими к типичным для юго-востока ЦЧЗ. Вегетационный период 2018 года складывался неблагоприятно для вегетации ячменя. Май, июнь и август были жаркими и засушливыми. ГТК в мае составил 0,37, в июне – 0,16, в августе – 0,20. Обильно влажным и теплым выдался июль, в третьей декаде выпало почти две месячные нормы осадков, ГТК составил 2,0.

Вегетация ячменя в 2019 г. проходила при повышенном температурном режиме и недостаточном увлажнении. ГТК в мае составил 0,77, в июне – 0,53, в июле – 0,80, что привело к ускоренному прохождению фенологических фаз, ухудшению условий формирования и налива зерна и, соответственно, урожай-

ности ячменя.

Результаты и обсуждение. Продуктивность сельскохозяйственных культур результирующий показатель всех факторов почвенного плодородия и складывающихся погодных условий, и является главным критерием оценки эффективности агротехнических приемов. Так как получение высоких и устойчивых урожаев и наибольшей эффективности от средств интенсификации возможно лишь при создании наиболее благоприятных условий для роста и развития выращиваемых культур.

В среднем за годы исследований наибольшая урожайность ячменя была получена при вспашке на глубину 25-27 см 2,45 т/га, независимо от фона удобренности (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность ячменя при различных приемах основной обработки почвы, т/га, (средняя за 2018-2019 гг.)

Обработка почвы (фактор А)	Удобрение (фактор В)		Средняя по фактору А (НСР ₀₅ = 0,21)	
	б/уд-й	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		
	НСР ₀₅ :по фактору а – 0,29 по фактору b – 0,38		т/га	+ / -
Ежегодная вспашка на 20-22 см (контроль)	1,65	3,20	2,43	0,00
Ежегодная вспашка на 25-27 см	1,70	3,21	2,45	0,02
Ежегодная вспашка на 14-16 см	1,64	3,17	2,40	-0,03
Ежегодная безотвальная на 14-16 см	1,55	3,04	2,29	-0,14
Комбинированная в севообороте, под ячмень вспашка на 20-22 см	1,64	3,25	2,44	0,01
Отвальная разноглубинная в севообороте, под ячмень вспашка на 14-16 см	1,55	3,05	2,30	-0,13
Безотвальная разноглубинная в севообороте, под ячмень на 14-16 см	1,44	2,95	2,19	-0,24
Поверхностная на 6-8 см	1,31	2,65	1,98	-0,45
Нулевая	0,87	1,59	1,23	-1,20
Средняя по фактору В (НСР ₀₅ = 0,13)	1,48	2,90		

Применение безотвальной поверхностной и нулевой обработок почвы под ячмень привело к существенному снижению урожайности ячменя по сравнению с контролем. Снижение урожайности ячменя при безотвальной и поверхностной обработках составило 0,14-0,24 т/га или 5,8-18,5%, при нулевой обработке – 1,20 т/га или 49,4% (НСР₀₅=0,21 т/га).

При применении удобрений, наибольшая урожайность ячменя получена при вспашке на глубину 20-22 см в комбинированной системе обработки почвы в севообороте 3,25 т/га, здесь же получена и наибольшая прибавка зерна ячменя от внесения удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ 1,61 т/га при НСР₀₅=0,13 т/га.

Применение удобрений при минимализации обработки почвы снижает их эффективность.

Статистическая обработка данных показала, что в наибольшей степени урожайность ячменя зависит от содержания нитратного азота в почве. Коэффициент корреляции в период кушения по слою 0-40 см составляет r=0,94, в

период колошения – $r=0,68$, в период созревания – $r=0,69$. При этом наиболее значимые зависимости отмечаются по обеспеченности азотом слоя 10-20 см $r=0,81$ в период кущения, $r=0,67$ в период колошения и $r=0,77$ в период созревания.

С обеспеченность почвы подвижным фосфором урожайность ячменя имеет обратную зависимость при достаточно высокой тесноте связи по слою 0-20 см $r=-0,36-0,58$, по слою 0-40 см $r=-0,66-0,54$.

Влияние содержание и распределение подвижного калия в профиле почвы на урожайность ячменя усиливалось от начала вегетации к концу. Наибольшая зависимость урожайности ячменя от обеспеченности почвы калием отмечалась в конце вегетации и по слою 20-40 см.

Установленные корреляционные отношения свидетельствует, что в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР наиболее эффективно формирование обрабатываемого слоя почвы при выращивании ячменя с наибольшим содержанием элементов питания в слое 10-20 см.

В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ наиболее эффективной обработкой почвы под ячмень является отвальная обработка почвы на глубину 20-22 см. Увеличение глубины отвальной обработки до 25-27 см приводит к тенденции повышения урожайности ячменя, а уменьшение глубины до 14-16 см к тенденции снижения.

Безотвальная, поверхностная и нулевая обработки почвы приводят к снижению плодородия чернозема обыкновенного и урожайности ячменя на удобренном и неудобренном фонах. Снижение урожайности ячменя при безотвальной и поверхностной обработках составило 0,14-0,24 т/га ($НСР_{05}=0,21$ т/га) или 5,8-18,5%, при нулевой обработке – 1,20 т/га или 49,4% по сравнению со вспашкой на глубину 20-22 см.

Наибольшая эффективность от внесения удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ отмечается при вспашке на глубину 20-22 см в комбинированной системе обработки почвы в севообороте 3,25 т/га, здесь получена и наибольшая прибавка зерна ячменя от внесения удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ 1,61 т/га.

Применение удобрений при минимализации обработки почвы снижает их эффективность.

Библиографический список

1. Кирюшин В.И. Проблема минимализации обработки почвы: перспективы и задачи исследований // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3-6.
2. Гармашов В.М. Принципы и методы оптимизации основной обработки почвы и воспроизводства плодородия чернозема обыкновенного в зернопропашных севооборотах ЦЧР: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.01.01 / Гармашов Владимир Михайлович. – Рамонь, 2018. – 42 с.
3. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованы // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 20-22.
4. Трофимова Т.А. Обработка черноземов: анализ и перспективы развития. – Германия: LAPLAMBERT, 2014. – 311 с.
5. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию / Изд. 2-е доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Изд. 5-е доп. и перераб. – М.: Агропромиз-

дат, 1985. – 351 с.

УДК 631.445.4:631.51:633.11

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ

Гармашов В.М., Крячкова М.П.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева, Россия, Воронежская область, Каменная Степь

E-mail: *niish 1c@mail.ru*

Аннотация. В статье изложены результаты изучения плотности сложения и структурно агрегатного состава почвы в течение вегетации озимой пшеницы при различных способах основной обработки в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. Удалось установить, что применение отвальной системы на 20-22 см и дискового луцения на 6-8 см как основной обработки почвы благоприятно воздействовало на структурно-агрегатный состав черноземных почв, повышая не только коэффициент структурности, но и уменьшая плотность.

Ключевые слова: обработка почвы, плотность сложения, структурно агрегатный состав, коэффициент структурности.

Annotation. The article presents the results of studying the density of addition and structural aggregate composition of the soil during the winter wheat growing season with different methods of basic processing in the niiskh Central research center. V.V. Dokuchaeva It was found that the use of a 20-22 cm dump system and 6-8 cm deep peeling as the main tillage favourably affected the structural aggregate composition of Chernozem soils, increasing not only the structural coefficient, but also reducing the density.

Key words: tillage, density of addition, structurally aggregate composition, structural coefficient.

В комплексе мероприятий по повышению культуры земледелия и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур исключительно важное значение отводится обработке почвы [7]. Главным показателем физического состояния почв является их плотность сложения, от которой зависят водный, воздушный и тепловой режимы. Плотность почвы по-разному влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. В естественных условиях под воздействием сил уплотнения и разуплотнения почва приобретает равновесную естественную плотность, величина которой зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса, водопрочности агрегатов. Причинами, приводящими к снижению урожайности являются: переуплотнение почв, повышенное содержание углекислого газа, недостаток кислорода и плохая водопроницаемость. На рыхлых почвах – недостаточная концентрация влаги и питательных элементов и непродуктивная диффузная потеря влаги [4].

Озимая пшеница очень требовательна к условиям произрастания. Она негативно реагирует и на почву с высокой плотностью, и на слишком рыхлую. Для обеспечения оптимальных условий ее существования необходимо добиться конкретных показателей.

Полевые исследования проводились в стационарном опыте НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева в 2019 году. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый. Содержание

гумуса (по Тюрину в модификации В.Н. Симакова, ГОСТ 2613-91) – 7,1%, общего азота (по Гинзбургу) – 0,36%, общего фосфора (по Гинзбургу и Щегловой) – 0,3%, общего калия (по Ожигову) – 1,87%, азота гидролизуемого (по Тюрину и Кононовой) – 63,3 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – 68,7 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 7,14, гидролитическая кислотность – 0,70 мг-экв/100 г почвы.

Схема стационарного опыта включала следующие варианты обработки почвы:

- 1) отвальная система обработки почвы в севообороте (вспашка на глубину 20-22 см под озимую пшеницу дисковое лушение на глубину 6-8 см) контроль;
- 2) комбинированная в севообороте (четыре вспашки на глубину 20-22 см; две безотвальные на глубину 20-22 см, две поверхностные на глубину 6-8 см);
- 3) минимальная система обработки почвы в севообороте (безотвальная обработка на 6-8 см – КПЭ-3,8);
- 4) нулевая обработка почвы по технологии No-till.

На 1 и 2 вариантах обработки в севообороте под озимую пшеницу применялось дисковое лушение на 6-8 см.

Исследования показали, что плотность сложения почвы в период кущения озимой пшеницы незначительно изменялась в зависимости от приемов и систем обработки почвы и в слое 0-30 см находилась в пределах 0,99-1,09 г/см³. Изменения относительно контроля были незначительными от – 0,03 г/см³ при поверхностной обработке до + 0,07 г/см³ при нулевой обработке почвы (таблица 1).

В период колошения озимой пшеницы в связи со снижением влажности почвы плотность чернозема в слое 0-20 см увеличивалась до 1,06 г/см³ при отвальной обработке на глубину 20-22 см и дисковой обработке под озимую пшеницу на глубину 6-8 см до 1,13 г/см³ при нулевой обработке почвы. В слое 0-30 см отмечалась та же тенденция, но значения плотности почвы находились в диапазоне оптимальных для произрастания озимой пшеницы.

В конце вегетационного периода, во время созревания озимой пшеницы плотность сложения по всем изучаемым слоям также мало изменялась в зависимости от приемов обработки почвы. Наименьшая плотность отмечена в слое 0-30 см, в системе комбинированной и дисковой обработки под озимую пшеницу на глубину 6-8 см – 0,99 г/см³. Однако нулевая обработка способствовала увеличению плотности почвы в этот период до 1,16 г/см³.

В среднем за вегетационный период озимой пшеницы плотность чернозема обыкновенного в слое почвы 0-30 см находилась в пределах от 1,00 г/см³ в системе комбинированной и дисковой обработки под озимую пшеницу на глубину 6-8 см до 1,12 г/см³ при нулевой. На залежи плотность сложения в слое 0-30 см составляла 0,96 г/см³ (таблица 1).

Другим важным фактором плодородия почвы является ее структура. Уменьшение содержания агрономически ценных агрегатов и увеличение глыбистости ведет к снижению плодородия почвы и продуктивности культур [1,2,5,6]. Для стабилизации почвенных агрегатов очень важна активность кор-

ней растений и почвенных грибов, так как они удерживают

Таблица 1 – Плотность сложения почвы под озимой пшеницей при различных приемах основной обработки 2019 год, г/см³

Слой почвы, в см	Обработка почвы и глубина				Залежь	НСР ₀₅
	Отвальная на 20-22 см, под оз. пшеницу дисковая на 6-8 см	Комбиниро- ванная, под оз. пшеницу дисковая на 6-8 см	Поверхностная, КПЭ-3,8, на 6-8 см,	Нулевая		
Кушение						
0-10	0,93	0,92	0,94	1,00	0,80	0,08
10-20	1,03	1,03	1,04	1,17	0,99	0,05
0-20	0,98	0,98	0,99	1,09	0,9	0,05
0-30	1,02	1,01	0,99	1,09	0,93	0,08
Колошение						
0-10	1,02	0,94	0,92	1,08	0,79	0,12
10-20	1,11	0,97	1,05	1,18	1,05	0,07
0-20	1,06	0,95	0,98	1,13	0,92	0,06
0-30	1,08	0,99	1,02	1,10	0,96	0,04
Созревание						
0-10	1,04	0,90	0,9	1,15	0,87	0,09
10-20	1,07	1,03	1,12	1,20	1,01	0,16
0-20	1,06	0,95	1,01	1,19	0,94	0,09
0-30	1,08	0,99	1,01	1,16	0,98	0,09
Среднее за вегетацию						
0-10	1,00	0,91	0,92	1,08	0,82	
10-20	1,07	1,01	1,07	1,19	1,02	
0-20	1,03	0,96	0,99	1,14	0,92	
0-30	1,06	1,00	1,01	1,12	0,96	

структурные агрегаты почвы вместе, выделяют в прикорневой зоне склеивающие вещества, помогающие формированию почвенных агрегатов и удерживающие их вместе. Совершенно очевидно, что в прямой зависимости от длительности воздействия корневой системы растений находится и оструктуренность почвы [3]. Агрегатный состав почвы изучался в течение вегетации озимой пшеницы в слоях 0-10, 10-20, 20-30 см два раза за вегетацию (в начале вегетации и в конце), методом сухого просеивания по Н.И. Савинову. Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-20 см в среднем за 2019 год находилось в пределах от 81,0% при отвальной системе обработки почвы в севообороте на глубину 20-22 см и дисковом лушении на глубину 6-8 см под озимую пшеницу до 62,2% (таблица 2) при нулевой обработке почвы, при значении этого показателя на залежи 91,2%.

На варианте со вспашкой отмечается и наименьшее количество агрегатов более 10 мм – в среднем по слою 0-20 см – 17,9%, при комбинированной и поверхностной обработке, доля этих агрегатов возрастает до 24,8% – 24,1%, а при нулевой – до 35,5%. Содержание бесструктурных агрегатов менее 0,25 мм

мало изменялось в зависимости от различных обработок и в слое почвы 0-10 см находилось в пределах от 0,52% при комбинированной обработке почвы до 4,49% при поверхностной обработке. Схожая закономерность отмечается и по слоям 10-20, 0-20 и 0-30 см.

Таблица 2 – Структурно-агрегатный состав почвы при различных приемах основной обработки под озимую пшеницу, %, в среднем за вегетационный период 2019 год.

Фракций в слое	Слой почвы, см	Отвальная на 20-22 см, под озимую пшеницу дисковое лушение на 6-8 см (к)	Комбинированная под озимую пшеницу дисковое лушение на 6-8 см	Поверхностная, КПЭ-3,8 на 6-8 см	Нулевая	Залежь
Бесструктурных частиц > 0,25 мм	0-10	1,14	0,52	4,49	1,00	0,61
	10-20	1,05	0,45	0,54	3,62	0,47
	0-20	1,10	0,48	2,51	2,31	0,54
	0-30	1,05	0,69	1,99	1,81	0,61
Бесструктурных агрегатов < 10 мм	0-10	13,8	15,2	21,6	26,6	9,80
	10-20	22,0	34,5	26,5	44,5	6,79
	0-20	17,9	24,8	24,1	35,5	8,29
	0-30	22,1	26,8	25,6	35,2	10,8
Воздушно-сухих (0,25-10мм)	0-10	85,0	84,3	73,9	72,4	89,6
	10-20	77,0	65,1	72,9	51,9	92,7
	0-20	81,0	74,7	73,4	62,2	91,2
	0-30	76,9	72,6	72,4	63,0	88,6
Коэффициент структурности (Кст)	0-10	5,69	5,37	2,84	2,62	8,61
	10-20	3,34	1,86	2,69	1,08	12,8
	0-20	4,27	3,62	2,76	1,64	10,3
	0-30	3,33	3,13	2,62	1,70	7,74

Коэффициент структурности был наиболее высоким при отвальной системе обработки почвы в севообороте на глубину 20-22 см и дисковом лушении на глубину 6-8 см и в слое 0-20 см составлял 4,27, в слое 0-30 см – 3,33. При минимализации обработки почвы коэффициент структурности снижается в слое 0-20 см при поверхностной обработке до 2,76, при нулевой – 1,64, в слое 0-30 см он составлял 2,62 и 1,70. На залежи коэффициент составлял 10,3 и 7,74.

Таким образом, в течении вегетационного периода озимой пшеницы плотность чернозема обыкновенного в слое почвы 0-30 см мало изменялась в зависимости от обработки почвы и находилась в пределах от 1,00 г/см³ в системе комбинированной и дисковой обработки под озимую пшеницу на глубину 6-8 см до 1,12 г/см³ при нулевой. На залежи плотность сложения в слое 0-30 см составляла 0,96 г/см³. Удалось установить, что применение отвальной вспашки на 20-22 см и дискового лушения на 6-8 см как основной обработки почвы благоприятно воздействовало на структурно-агрегатный состав черноземных почв, повышая не только коэффициент структурности, но и уменьшая

ПЛОТНОСТЬ.

Библиографический список

1. Арзыханов Р.Д. Влияние предпосевной обработки на биологическую активность почвы / Р.Д. Арзыханов // Земледелие. – 2001. – № 5. – С. 25.
2. Бондарев А.Г. Переуплотнение почв сельскохозяйственной техникой, прогноз явления и процессы разуплотнения / А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова, П.М. Сапожников // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С. 58-64.
3. Жарова Т.Ф. Влияние предшественников на структурно-агрегатный состав темно-каштановых почв, урожайность яровой пшеницы в республике Тыва. Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации» 2020 [электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/01/62964> (дата обращения: 02.02.2020)
4. Казаков Г.И. Обработка почвы в среднем Поволжье: монография – Самара: Издательство Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. – 251с.
5. Ландина М.М. Физические свойства и биологическая активность почвы / М.М. Ландина. – М.: Наука, 1986. – 140 с.
6. Медведев, В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В.Медведев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 158 с
7. Терентьев О.В. Ресурсосберегающие технологии для производства зерна в степных районах Среднего Поволжья. / О.В. Терентьев // Главный агроном. – 2007. – №6. – С.23

ГРНТИ 68.05.45

УДК 631.461.2 : 631.445.4

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НИТРИФИЦИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ В РЕЗУЛЬТАТЕ АНТРОПОГЕНЕЗА

Гармашова Л.В., Гармашов В.М.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева,

Каменная Степь, Россия

E-mail: niishlc@mail.ru

Аннотация. В результате исследований выявлена тенденция снижения развития нитрифицирующих организмов в черноземе обыкновенном, используемом в сельскохозяйственном производстве, что связано как с минимализацией в обработке почвы, так и снижением поступления органического вещества в обрабатываемый слой почвы. Установлена тесная обратная зависимость $r=-0,71$ между изменением численности нитрифицирующих микроорганизмов и плотностью сложения чернозема обыкновенного.

Ключевые слова: экологическое состояние почвы, биологическая активность, нитрифицирующие микроорганизмы, чернозем обыкновенный.

Annotation. The studies identified a downward trend in the development of the nitrifying organisms in the ordinary chernozem, used in agricultural production, which is associated with a reduction in tillage and the decrease of organic matter in the treated soil layer. A close inverse correlation $r=-0.71$ was established between the change in the number of nitrifying microorganisms and the density of addition of ordinary chernozem.

Key words: ecological state of the soil, the biological activity of nitrifying microorganisms in the ordinary chernozem.

Биологическая активность почвы является одним из самых чувствитель-

ных индикаторов, отражающих уровень и характер изменения плодородия почв и их экологическое состояние [1,2,3]. Активно функционирующий микробный ценоз является главным показателем плодородия почвы. Микроорганизмы не только активно участвуют в формировании плодородия, но и исключительно чутко реагируют на изменения, происходящие в почвенной среде.

Цель работы – установить изменение нитрифицирующих микроорганизмов в черноземе обыкновенном в результате антропогенеза.

Условия, материалы и методы. Объектом исследований был чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый, с благоприятными физико-химическими и агрохимическими показателями, и следующей агрохимической характеристикой слоя почвы 0-30 см: содержание гумуса (по Тюрину в модификации В.Н. Симакова, ГОСТ 2613-91) – 6,48 %, общего азота (по Гинзбургу) – 0,36 %, общего фосфора (по Гинзбургу и Щегловой) – 0,35 %, общего калия (по Ожигову) – 1,85 %, азота гидролизуемого (по Тюрину и Кононовой) – 61,2 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – 66,4 мг-экв/100 г почвы, рН солевой вытяжки – 6,99, гидролитическая кислотность – 0,57 мг-экв/100 г почвы. Обработку экспериментальных данных осуществляли дисперсионным методом математического анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием программного обеспечения ПК.

В исследованиях изучали динамику изменения нитрифицирующих микроорганизмов в черноземе обыкновенном, используемом в сельскохозяйственном производстве. Изучение микробного пула почвы проводили в свежих почвенных образцах, отбираемых по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см в зернопропашном севообороте. Численность нитрифицирующих микроорганизмов, учитывали на выщелоченном агаре с аммонийномагниевого солью фосфорной кислоты [4].

Агрометеорологические условия в годы исследований были контрастными в течение вегетации, а в среднем в основном за вегетационный период, близкими к типичным для юго-востока ЦЧЗ.

Результаты и их обсуждение. На количественный и качественный состав микробиоты различных почв существенно влияют химический состав почвы, физические свойства, структура, реакция среды, степень аэрации и загрязнения почвы и т.д.

Нитрификация имеет важное значение в формировании плодородия почвы и питания растений. Нитрифицирующие бактерии весьма чувствительны к среде обитания – водному, воздушному, питательному и тепловому режимам, содержанию в почве органического вещества. Поскольку окисление аммиака в азотистую, а затем в азотную кислоту идет при участии молекулярного кислорода, аэрация почвы имеет существенное значение.

Как показали результаты многолетних исследований численность нитрифицирующих микроорганизмов в почве пашни имеет общую тенденцию к снижению (рисунок 1).

Если в 1985-1987 годах численность нитрификаторов в черноземе обыкновенном, в слое почвы 0-30 см в 1 г. абсолютно-сухой почвы составляла 525 КОЕ, то в 1992-1995 годах численность этой группы микроорганизмов снизи-

лась и составляла 345 КОЕ.

1 – 1985-1987 гг.; 2 – 1992-1995 гг.; 3 – 2014-2016 гг.

Рисунок 1 – Динамика развития нитрифицирующих микроорганизмов в 0-30 см слое почвы пашни (1985-2016 гг.)

В последующий период определения, при повышении культуры земледелия, наметилась тенденция к росту численности нитрифицирующих микроорганизмов, и в 2014-2016 годах она составила 395 КОЕ в 1 г абс.-сухой почвы. Выявленная динамика изменения развития нитрифицирующих микроорганизмов в черноземе обыкновенном, активно используемом в сельскохозяйственном производстве, связана с культурой земледелия, обусловленной интенсивностью использования пашни.

Наряду с влиянием на интенсивность развития нитрифицирующих микроорганизмов в почве других факторов, на процессе нитрификации положительно сказывается присутствие кислорода. Многие исследователи отмечают, что нитрификация замедляется при снижении аэрации почвы [5]. Проведенной статистической обработкой нами установлена тесная обратная корреляционная связь $r = -0,71$ между изменением численности нитрифицирующих микроорганизмов и плотностью сложения чернозема обыкновенного.

Тенденция роста плотности сложения пахотных почв, связана как с минимализацией в обработке почвы, так и снижением поступления органического вещества в виде основного органического удобрения – навоза. Эти два фактора в основном и оказывают негативное влияние на снижение нитрификационной способности пахотных почв.

Библиографический список

1. Бабьева, И.П. Биология почв / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 336 с.
2. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: МГУ, 1987. – 256 с.
3. Турусов, В.И. Структура микробного ценоза агрогенных почв и естественных экосистем / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, Л.В. Гармашова // Плодородие. – 2011. – № 1. – С.34-35.
4. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.Н. Перверзев. – М.: Колос, 1979. – 215 с.
5. Никитин, Д.И. Почвенная микробиология / Пер. с англ. В.В. Новикова; Под ред. и с предисл. Д.И. Никитина. – М.: Колос, 1979. – 316 с.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСТУПЛЕНИЕ ^{90}Sr В ПРОДУКЦИЮ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Гешель И.В., Сидорова Е.В., Андреева Н.В., Крыленкин Д.В.

ФГБНУ ВНИИРАЭ, г. Обнинск, Россия

E-mail: igeshel@yandex.ru

Резюме. В вегетационном опыте на дерново-подзолистой почве изучалось влияние различных доз нитрата натрия на урожайность и накопление ^{90}Sr в продукции растениеводства. Установлено, что применение нитрата натрия во всех исследуемых дозах приводит к снижению содержания радионуклида как в зеленой массе ячменя, так и в зерне.

Ключевые слова: ^{90}Sr , радионуклид, дерново-подзолистая почва, азотные удобрения, нитрат натрия.

Summary. In a pot experiment on sod-podzolic soil, the effect of various sodium nitrate rates on the yield and ^{90}Sr accumulation in crop products was studied. It was found that the application of sodium nitrate at all rates studied leads to a decrease in the radionuclide content both in barley herbage and grains.

Keywords: ^{90}Sr , radionuclide, sod-podzolic soil, nitrogen fertilizers, sodium nitrate.

На дерново-подзолистых почвах, загрязненных ^{90}Sr в результате аварии на Чернобыльской АЭС, получение продукции, соответствующей санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПин 2.3.2.1078-01», без применения удобрений затруднительно. Дерново-подзолистые почвы характеризуются низкой обеспеченностью элементами минерального питания и, в первую очередь, азотом, поэтому в качестве удобрения для эксперимента были выбраны азотные удобрения. В литературных источниках даются противоречивые данные о влиянии азотных удобрений на переход радионуклида в растения. Отмечается как снижение, так и увеличение поступления радиостронция в сельскохозяйственную продукцию [1-8]. Таким образом, определение доз удобрений, способствующих наибольшему снижению накопления ^{90}Sr в растениях, является очень важной задачей.

В качестве азотного удобрения в эксперименте был использован нитрат натрия. Натриевая селитра успешно применяется на различных почвах под все сельскохозяйственные культуры.

Вегетационный эксперимент проводился в сосудах емкостью 4 кг воздушно-сухой почвы по общепринятой для почвенных культур методике в контролируемых условиях [9]. Повторность опыта 4-х кратная. Опытная культура – ячмень (*Hordeum vulgare* L.) сорта «Владимир» суперэлиты. Посев проводился из расчета 25 пророщенных семян на сосуд. Урожай был собран в фазе колошения.

Исследования проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой крупнопылевато-песчаной почве по общепринятым методикам [10] со следующими агрохимическими показателями: $\text{pH}_{\text{ккл}} - 4.85 \pm 0.1$; $\text{H}_{\text{г}} - 2.13 \pm 0.02$ мг-экв/100г; $\text{S}_{\text{обм}} - 2.8$ мг-экв/100г; $\text{K}_2\text{O} - 77.8 \pm 0.9$ мг/кг; обменный Ca – 3.38 ± 0.17 мг-экв/100г, обменный Mg – 0.3 ± 0.01 мг-экв/100г, $\text{P}_2\text{O}_5 - 258.6$ мг/кг; гумус –

1.44±0.04 %.

^{90}Sr в почву был внесен в виде раствора соли SrCl_2 из расчета 1.1 кБк/кг почвы. Далее почва инкубировалась в течение 14 дней для достижения равновесия между ^{90}Sr и ^{90}Y .

Нитрат натрия вносился по следующей схеме: контроль, 25, 50, 100, 200 мг/кг. Влажность почвы поддерживали на уровне 60% ППВ.

Удельную активность ^{90}Sr в почвенных и растительных образцах определяли на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «ГАММА-ПЛЮС». Предел относительной погрешности измерений удельной активности не более ±20%. В почве определяли: гумус по методу Тюрина; P_2O_5 и K_2O – по методу Кирсанова; $\text{H}_\text{г}$ – по методу Каппена, $\text{S}_{\text{обм}}$ – по методу Каппена-Гильковица. Полученные данные обработаны статистическими методами дисперсионного и корреляционного анализа с использованием стандартного компьютерного обеспечения Excel 7.0, Statistica 7.0.

В качестве показателя накопления ^{90}Sr в зерне ячменя использовался коэффициент накопления, который определяется как соотношение содержания радионуклида в единице массы растений (или части растения) и почвы ([Бк/кг растения]/[Бк/кг почвы]).

Урожайность является основным показателем, который отражает влияние свойств почвы на развитие растений и эффективность применения удобрений. Применение натриевой селитры в дозе 25 мг/кг обеспечило прибавку к урожаю зерна на 52.9%, при более высоких дозах (50, 100 мг/кг) – 46.3 и 51.7 мг/кг соответственно (табл. 1). Наблюдалось увеличение урожайности зеленой массы при внесении нитрата натрия во всех исследуемых дозах. Наибольший эффект был достигнут при применении азотнокислого натрия в дозе 200 мгN/кг, где прибавка в урожае достигала 2 раз.

Таблица 1 – Влияние различных доз нитрата натрия на урожайность зеленой массы и зерна ячменя и коэффициенты накопления ^{90}Sr

доза N мг/кг	Вес соломы г/сосуд	КН ^{90}Sr в со- ломе	Вес зерна г/сосуд	КН ^{90}Sr в зерне
0	8,75±1,14	10,3±2,08	6,05±0,91	1,62±0,24
25	11,82±1,72	9,30±1,51	9,25±1,73	0,97±0,05
50	10,58±1,56	9,46±2,10	8,85±1,32	0,81±0,02
100	13,22±1,45	8,74±0,87	9,18±0,90	0,96±0,13
200	17,60±1,76	9,26±0,19	5,0±0,98	1,30±0,08

Полученные в результате эксперимента данные свидетельствуют о том, что для нитрата натрия снижение накопления радиоактивного стронция в зерне ячменя наблюдается при внесении всех доз удобрений. Наибольший эффект, при этом, достигается при внесении 50 мгN/кг удобрения (в 2 раза). Установлена отрицательная взаимосвязь между накоплением в зерне ^{90}Sr и урожайностью ячменя при внесении нитрата натрия в дозах 25 и 50 мгN/кг ($r=-0.955$), из чего следует что при применении удобрения проявляется эффект разбавления. Такая же отрицательная взаимосвязь ($r=-0.931$) наблюдается меж-

ду накоплением радионуклида (1,2-1,7 раз) и урожайностью под воздействием нитрата натрия в дозах 100 и 200 мгN/кг. Внесение азотнокислого натрия привело к снижению коэффициента накопления в зеленой массе ячменя в 1,1-1,2 раза.

В результате эксперимента было выявлено, что применение натриевой селитры увеличивает урожайность зеленой массы ячменя и тем самым снижает накопление радиостронция. Так же внесение нитрата натрия приводит к прибавке урожая зерна и уменьшению перехода ^{90}Sr в урожай.

Библиографический список

1. О поведении радиоактивных продуктов деления в почвах, их поступлении в растения и накоплении в урожае. Под ред. В.М. Ключковского. – Москва, 1956, 178с.
2. Маликов В.Г., Жуков Б.И., Перепелятникова Л.В. Влияние минеральных удобрений и промышленных отходов на поступление радиоактивных изотопов в урожай культур в условиях Северного Кавказа // Агрохимия. – 1982. – №8 С.114-117
3. Ключковский В.М., Гулякин И.В. Поведение в почвах и растениях микроколичеств стронция, цезия, рутения и циркония // Почвоведение. – 1958. – №3. С.7
4. Егоров А.В., Ключковский В.М., Соколова Л.Н. О влиянии условий азотного питания на поступление стронция-90 из почвы в растения. Атомиздат, 1969.
5. Юдинцева Е. В., Гулякин И. В. Агрохимия радиоактивных изотопов стронция и цезия. Москва: «Атомиздат», 1968. – 472 с.
6. Nisbet A.F., Mocanu N., Shaw S. Laboratory investigation into the potential effectiveness of soil-based countermeasures for soil contaminated with radiocaesium and radiostrontium //Sci. Total Environ. 149 (1994). – P.145-154.
7. Andersen A.J. 1973, Plant accumulation of radioactive strontium with special reference to the strontium-calcium relationship as influenced by nitrogen. Danish Atomic Energy Commission, Riso report №278.
8. Suchorska-Orlowska J., Brzostowska-Zelechowska D., Jadczyk D. 2005, Influence of nitrogen fertilization on lithium and strontium content in New Zealand spinach. <http://agris.fao.org/agris-search/seach.do?recordID=PL2008000569>, Accessed date: 20 april 2018.
9. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного опыта. Москва: Наука, 1969. – 243с.
10. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва: МГУ, 1970. – 487 с.

УДК: 631.51:631.41/43(470.341)

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ОПОДЗОЛЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА И УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Гладышева О.В., Свирина В.А., Артюхова О.А.

¹Институт семеноводства и агротехнологий –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
(ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ),

Рязанская область, Рязанский район, с. Подвязье, ул. Парковая, д. 1

E-mail: podvyaze@bk.ru

Аннотация: Приведены результаты влияния систем основной обработки чернозема оподзоленного тяжелосуглинистого в зернотравянопропашном севообороте за 1993-2017 гг. Установлено, что комбинированная разноглубинная обработка оподзоленного чернозема

наиболее эффективна и приводит к увеличению продуктивности и потенциального ресурса почвы за счет изменения агрохимических показателей (подвижного фосфора, обменного калия).

Ключевые слова: оподзоленный чернозем, способы обработки почвы, содержание гумуса, агрохимические свойства почвы (подвижный фосфор, обменный калий), урожайность.

Summary: The results of the influence of the main processing of podzolic Chernozem heavy loam in sertralineprograms rotation for 1993-2017 was found that combined mid-water processing ashed black earth the most effective and leads to increased productivity and energy potential of the soil due to changes in agrochemical indicators (mobile phosphorus, exchange potassium).

Введение. Нерациональное использование черноземов приводит к значительному снижению их плодородия. Содержание гумуса снижается в среднем на 25-40 %, потери в Центрально-черноземной зоне достигли в 0,6-0,9 т/га [1,2,3].

Одним из факторов влияющим на плодородие почвы является обработка почвы. Необходимо отметить, что среди исследователей нет единого мнения о влиянии различных способов обработки черноземов на их агрохимические свойства [4,5,6].

Цель работы – изучение влияния различных систем обработки и удобрений на запасы органического вещества и элементы питания (агрохимические свойства почвы) оподзоленного чернозема и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на полях ИСА – филиал ФНАЦ ВИМ в 8-мипольном зернотравянопропашном севообороте с чередованием культур: викоовсяная смесь, озимая пшеница, кукуруза, ячмень + клевер, многолетние травы 1 г.п., многолетние травы 2 г.п., озимая пшеница, ячмень яровой.

Стационарный полевой опыт был заложен в 1993 году, схема включала пять различных способов основной обработки почвы: 1 – традиционная; 2 – минимальная; 3 – комбинированная с В-27+Чп-2,5 с рыхлением чизелем на 30 см; 4 – комбинированная В-30 см с двухъярусным плугом, 5 – плоскорезная.

Почва опытного участка чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый с содержанием в слое 0-30 см гумуса – 3,64 %, подвижного фосфора – 15,7 мг/100 г почвы (по Кирсанову), обменного калия – 12,4 мг/100 г почвы (по Кирсанову), общего азота – 0,2 %, рН_{сол.} – 6,0, Нг – 1,64 мг·экв/100 г почвы, плотность сложения – 1,414 г/см³, S – 24,5 мг·экв/100 г почвы.

Минеральные удобрения вносили под зерновые, кукурузу в дозе N₉₀P₉₀K₉₀, также в почву поступало органическое вещество в виде измельченной соломы, сидератов в среднем за год 10 т/га.

Результаты. Погодные условия за время проведения исследований отличались значительной контрастностью, как по влагообеспеченности, так и по температурному режиму. В отдельные вегетационные периоды (2010, 2011, 2013, 2018 гг.) отмечен дефицит осадков в 50-70 % при среднесуточной температуре на 4-6 °С выше среднегодовых значений.

Выявлено, что по завершении III ротации в слое 0-30 см содержание гу-

муса в почве зависело от способов обработки почвы.

Проведенный в 2017 г. анализ показал, что плоскорезная обработка ведет к незначительному приросту запасов гумуса – до 2,7 т/га. Интенсивная механическая обработка, ежегодная отвальная вспашка приводят к усилению минерализации гумуса и снижению его запасов в почве на 3,6 т/га.

Лучшая сохранность гумуса в пахотном слое 0-30 см отмечена при применении комбинированных систем обработки почвы с периодической вспашкой на 27 см, одновременно с рыхлением чизелем до 30 см (прирост гумуса составил 5,8 т/га).

Содержание общего гумуса в III ротации увеличилось по сравнению с исходным на 0,18-0,38 % и достигло 3,86-3,97 %, при этом следует отметить, что нижняя граница оптимального содержания для черноземов – 4,0-4,5 %.

Изучаемые системы обработки, внесение минеральных удобрений, поступление большого количества растительных остатков положительно влияли на содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы (таблица 1).

В нашем опыте вносимые фосфорные удобрения более эффективно использовались в системах разноглубинной обработки. Минимальное содержание P_2O_5 отмечено при проведении плоскорезной обработки и отвальной вспашке на глубину 20 см: 19,5-22,7 мг/100 г почвы, прибавка составила 2,64-5,64 мг/100 г почвы к исходному состоянию.

Ресурсосберегающие комбинированные обработки с использованием периодически проводимой глубокой вспашки 3 вариант и 4 вариант, увеличили содержание подвижных форм фосфора в конце третьей ротации до 23,9-25,1 мг/100 г почвы. Прирост составил 7,44-8,3 мг/100 г почвы соответственно.

Таблица 1 – Содержание P_2O_5 (мг/100 г почвы) в почве в слое 0-30 см подвижного фосфора в вариантах опыта при применении различных способов основной обработки почвы

Год определения	Система обработки почвы				
	1 – отвальная	2 – минимальная	Комбинированная		5 – плоскорезная
			3 – В-27 + ЧП-2,5 на 30 см	4 – 2-х ярусным плугом на 30 см	
Исх.	17,06	16,56	16,46	16,8	16,86
I ротация	18,9	17,9	19,0	19,6	17,4
II ротация	20,9	22,1	21,4	22,7	20,7
III ротация	22,7	23,1	23,9	25,1	19,5
± к исх.	5,64	6,54	7,44	8,3	2,64

В целом лучшие условия по обеспеченности почвы доступными формами обменного калия складывались в I ротации с применением глубоких обработок (варианты 3 и 4) (таблица 2).

Прибавка составила 3,6-4,3 мг/100 г почвы по отношению к исходному значению. В III ротации наблюдалось уменьшение содержания обменного калия при отвальной вспашке (прирост составил +1,6 мг/100 г почвы), при плос-

корезной – +1,7 мг/100 г почвы.

Таблица 2 – Изменение содержания K_2O под влиянием основной обработки почвы в слое 0-30 см, мг/100 г почвы

Год определения		Система обработки почвы				
		1 – от- валь- ная	2 – мини- маль- ная	Комбинированная		5 – плоско- резная
				3 – В-27 + ЧП-2,5 на 30 см	4 – 2-х ярус- ным плугом на 30 см	
Исх.		12,8	12,7	12,9	12,9	13,0
I ротация 1992-1999 г.		14,8	15,1	16,5	17,2	15,2
	± к исх.	+2,0	+2,4	+3,6	+4,3	+2,2
II ротация 2000-2007 г.		14,3	14,4	14,2	14,7	14,8
	± к исх.	+1,5	+1,7	+1,5	+1,8	+1,8
III ротация 2008-2017 г.		14,4	14,8	15,2	15,6	14,7
	± к исх.	+1,6	+2,1	+2,3	+2,7	+1,7

На вариантах с периодически проводимой глубокой обработкой отмечена тенденция увеличения и накопления обменного калия, прирост к исходному значению составляет 2,3-2,7 мг/100 г почвы. Обеспеченность пахотного слоя почвы данным элементом к концу III ротации в среднем оценивается как повышенная и находится на уровне 15,2-15,6 мг/100 г почвы.

Проведенные в опыте исследования позволили выявить роль различных видов обработок почвы на продуктивность севооборота.

Сбор продукции был выше при использовании комбинированных систем обработки – варианты 3 и 4 и составил 72,7-76,0 ц к.ед./га, при плоскорезной обработке – 67,1 ц к.ед./га, при традиционной вспашке – 69,33 ц к. ед./га.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено преимущество и окультуривающее влияние на почву комбинированных обработок с использованием периодически проводимой глубокой вспашки.

Разноглубинная система обработки почвы в севообороте, учитывающая требования сельскохозяйственных культур, с обязательным поступлением в почву минеральных удобрений и органического вещества в объеме 10 т/га сухой массы позволяет сохранить и увеличить почвенное плодородие, повысить продуктивность культур.

Библиографический список

1. Дедов А.В. Придворев Н.И., Верзилин В.В. Воспроизводство плодородия черноземов в севообороте // Земледелие. – 2003. – № 4. – С. 5-6.
2. Иванов А.Л., Лебедева И.И., Гребенников А.М. Факторы и условия антропогенной трансформации чернозёмов, методология изучения эволюции почвообразования // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. – № 72. – С. 26-46.
3. Гладышева О.В., Пестряков А.М., Гвоздев В.А. Динамика основных элементов почвенного плодородия Южной и Юго-западной частей Рязанской области // Вестник россий-

ской сельскохозяйственной науки. 2017. – № 6. – С. 27-30.

4. Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы и перспективы развития и задачи исследования подвижного фосфора, обменного калия // Земледелие. – 2013. – №13. – С. 7-8.

5. Пестряков А.М. Оптимизация способов обработки почв в Рязанской области // Земледелие. – 2003. – № 6. – С. 12-13.

6. Ильясов М.М., Яппаров А.Х., Дегтярёва И.А. Воздействие энергосберегающей обработки на агрофизические и микробиологические свойства выщелоченного чернозёма и урожайность культур в севообороте// Результаты длительных исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями РФ (К 70-летию Геосети)/Под ред. В.Г. Сычёва. – М.: ВНИИА, 2011. – С. 296-310.

УДК 633.11/321:631.5

ПРОСТРАНСТВЕННА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТЕ

Глазунов Г.П.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»

E-mail: gennadij-glazunov@yandex.ru

***Аннотация.** Рассмотрены закономерности пространственного варьирования основных показателей плодородия черноземов склоновых агроландшафтов. Установлено, что в условиях склоновых агроландшафтов отмечается повышенная контрастность почвенного покрова по видовой принадлежности черноземов и пространственной пестроты плодородия, и достоверная изменчивость агрохимических параметров, на повышениях рельефа происходит «подтягивание» карбонатов к поверхности, а в ложбинах и западинах наоборот отмечается выщелачивание.*

***Ключевые слова:** агроландшафт, пространственная изменчивость, чернозёмные почвы*

Введение. Несмотря на то, что сравнительно однородным и благоприятным для выращивания основных сельскохозяйственных культур считается почвенный покров Центрально-Черноземного региона в ряде областей, особенно расположенных в пределах Среднерусской возвышенности, он характеризуется повышенной сложностью и контрастностью, в том числе и в пределах небольших участков и полей [1,2]. Поэтому в целях рационального землепользования и обеспечения необходима адекватная агроэкологической оценки почв. Быстрое нарастание цифровизации сельскохозяйственного производства предполагает осуществление такой оценки с применением цифровых и геоинформационных технологий [3].

В этих условиях применение зональных систем земледелия, подразумевающих недифференцированное внесение органических и минеральных удобрений, гербицидов и пестицидов не только не снижает экологических и экономических рисков, но может существенно ухудшить агроэкологическое состояние земель. В связи с этим исследования, направленные на анализ и оценку закономерностей пространственного варьирования плодородия черноземов в областях Центрального Черноземья актуальны.

Цель данной работы заключается в получении новых знаний о закономерностях пространственной изменчивости плодородия чернозёмных почв в

агроландшафте для разработки системы показателей агроэкологической оценки черноземов на основе применения ГИС – технологий

Материалы и методика исследования. Научные исследования проводились на базе лаборатории агрохимии и геоинформационных систем ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2011-2019 гг. на территории опытного поля Курского федерального аграрного научного центра (Медвенский район, Курская область) на участке пашни с куполообразной формой рельефа, площадью 86 га. Почвенный покров представлен черноземами различной степени смытости на лёссовидных суглинках. Средний уклон территории составляет 2,23°. Исследования проводились на территории опытного производственного хозяйства В точках обследования было проведено определение глубины залегания почвенных горизонтов (А, АВ) и глубины вскипания карбонатов; проведена топографическая съемка и картирование почв с привязкой к системе координат при помощи GPS-приемника, определена структура почвенного покрова, в пахотном слое отобраны образцы для определения агрохимических свойств почвы. Были заложены почвенные разрезы, в которых были отобраны образцы почвы по генетическим горизонтам. Наблюдения и анализы проводились согласно существующим методикам, принятым в полевых и лабораторных исследованиях. Содержание гумуса – по методу И.В. Тюрина в модификации Б.А. Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Д.С. Орлову и Н.М. Гриндель; щелочногидролизующий азот – по методу Корнфильда; содержание общего азота – по Кьельдалю; подвижные формы фосфора и калия – по методу Чирикова; обменные основания – трилометрическим методом; структурно-агрегатный состав – по методу Н.И. Саввинова; рН солевой – потенциометрическим методом.

Результаты исследования. На основе данных научной литературы, современных методик, ГИС-технологий, проведённых исследований и результатов собственного опыта с использованием системного, картографического, статистического анализа, выполнена количественная оценка элементарного агроландшафта и картирование ключевых результатов исследования. В программе Surfer была построена цифровая модель рельефа масштаба. Дана характеристика территории полигона в связи с особенностями рельефа для целей агроэкологической оценки земель. Апробирован методический подход наложения сетки отбора почвенных образцов на ландшафтную основу для выделения однородных ареалов по совокупности почвенно-агрохимических показателей на примере склоновых агроландшафтов с чернозёмными почвами на лёссовидных суглинках. В среде ГИС на основе методов цифрового моделирования рельефа проведен морфометрический анализ его характеристик, созданы электронные карты: цифровой модели рельефа, крутизны, экспозиции склонов, плановой кривизны поверхностей склонов. Приведены результаты морфометрического анализа рельефа на основе ГИС-технологий. Дана краткая комплексная характеристика территории исследуемого полигона в связи с особенностями рельефа для целей агроэкологической оценки земель. Рассчитаны общие средние уклоны поверхности рельефа. Для выявления участков, наиболее

склонных к развитию эрозионных процессов, построены картограммы выпуклых и вогнутых склонов с наложением картограммы границ водосборов. Найдена статистически значимая связь выделенных однородных ареалов с элементами рельефа. Проведена оценка динамики показателей почвенного плодородия в элементарном агроландшафте на основе которой разработан подход к агроэкологической оценке земель, на основе геоморфологической дифференциации ландшафта.

В результате проведенного картирования было установлено, что перепад высот в исследуемого участка равен 50 м. (170-220 м над уровнем моря), поверхность склона отличается явно выраженной волнистостью, средний уклон территории составляет $6,3^\circ$. Почвенный покров исследуемого участка имеет достаточно сложные сочетания комплексов эродированных почв различной мощности и пятнистостей типичных и выщелоченных черноземов. Установлено, что на повышениях рельефа происходит «подтягивание» карбонатов к поверхности, а в ложбинах и западинах наоборот отмечается выщелачивание. Также было отмечено снижение мощности гумусового горизонта вниз по склону, что вызвано усилением степени развития эрозионных процессов.

На основе анализа экспериментальных данных, полученных при обследовании участка пашни установлены особенности влияния эродированности на показатели плодородия черноземных почв. Выявлены показатели, значимо реагирующие на эродированность почвы. В намывных и неэродированных почвах гумуса, щелочногидролизующего азота, подвижного фосфора и калия, содержится значимо выше, чем в слабоэродированных почвах. С увеличением степени эродированности почв изменяется в сторону фульватности тип гумуса, вследствие снижения содержания гуминовых кислот. Так, в пахотном слое чернозема типичного неэродированного содержание щелочногидролизующего азота и подвижного фосфора значимо выше по сравнению с таковыми в слабоэродированном. В неэродированных почвах содержание обменного кальция значимо меньше, чем в слабоэродированных, в то время как в содержании магния отмечается обратная закономерность.

Выявлено, что валовое содержание микроэлементов и их подвижных форм в пахотном слое зависит от вида черноземов и степени эродированности. В слабоэродированной почве валовое содержание Pb, Sr, Co, Cr, Cu, Cd, Ni, соответственно, на 12, 24, 12, 13, 21, 26, 18% меньше, чем в неэродированной, Zn и Mn – примерно одинаково, Fe в пахотном слое слабоэродированной почвы, наоборот, на 10% больше, чем в неэродированной. Если в слабоэродированной почве по сравнению с неэродированной повышенное содержание подвижных форм отмечается только по Mn и Zn (на 21-23 %), то содержание подвижных форм микроэлементов в % от их валового количества по пяти элементам (Cu, Sr, Zn, Cd и Mn) на 12-55% выше.

При исследовании агрофизических свойств было установлено, что при уменьшении мощности гумусового горизонта происходит уменьшение средне-взвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов и снижение коэффициента структурности.

Полученные результаты будут использованы для усовершенствования комплексного мониторинга плодородия почв в агроландшафтах ЦЧР с применением ГИС-технологий.

Вывод. Таким образом, в условиях склоновых агроландшафтов отмечается повышенная контрастность почвенного покрова по видовой принадлежности черноземов и пространственной пестроты плодородия, и достоверная изменчивость агрохимических параметров (прежде всего подвижных форм элементов питания) в пределах склонового агроландшафта, возделываемых по одной технологии.

Библиографический список

1. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО / под ред. А.П. Щербакова, И.И. Васенева. – Курск, 1996. – 329 с.
2. Девятова Т.А. Об особенностях картографирования почвенного покрова балочных водосборов ЦЧР / Т.А. Девятова, С.Н. Божко // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сб. докл. научно-практ. конф. – Курск, 2010. – С. 27-32.
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство / под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 784 с.

УДК 631.42+550.42

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Гололобова А.Г.

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера
им. проф. Д.Д. Саввинова СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск

E-mail: nuta0687@mail.ru

Резюме. В статье приводятся результаты изучения физико-химических свойств и содержания тяжелых металлов (Pb, Ni, Mn, Cd, Co, Cr, Zn, Cu и As) в почвах и грунтах территории лицензионного участка «Буранный» Томторского РЗМ. Установлено превышение содержания тяжелых металлов от фоновых значений на участках техногенного воздействия.

Ключевые слова: антропогенно-преобразованные почвы, техногенные поверхностные образования, тяжелые металлы, подвижность в почвах.

Summary. The results of studying the physicochemical properties and content of heavy metals (Pb, Ni, Mn, Cd, Co, Cr, Zn, Cu, and As) in the soils of the territory of the license area «Buranniy» of the Tomtorsky rare earth deposit are presented in the article. The excess of the content of heavy metals from background values in areas of technogenic impact was established.

Key words: man-made soils, technogenic surface formations, heavy metals, soil mobility.

Введение. Территории, подверженные многолетнему техногенному загрязнению, являются важными объектами для исследований, направленных на изучение аккумуляции тяжелых металлов (ТМ). Полиметаллическое загрязнение способно оказывать значительное влияние на состояние почв. ТМ, попадая в почву, включаются в биогеохимические круговороты, подвергаются процессам сорбции, миграции и поглощаются растениями [3,4,6].

Особого внимания заслуживает территория Республики Саха (Якутия),

поскольку регион является уникальной в мировом масштабе по разнообразию, количеству и качеству полезных ископаемых. В её недрах находятся алмазы, золото, руды черных, цветных, редких, благородных металлов, топливные ресурсы – нефть, газ, каменный уголь. Такое количество промышленных объектов ведет к ряду экологических проблем, одной из которых является загрязнение окружающей среды ТМ.

Несмотря на ряд работ, посвященных исследованию содержания микроэлементов в почвах различных регионов России, техногенное загрязнение ТМ почв Якутии изучено слабо.

Цель работы – изучение характера пространственного распределения тяжелых металлов (Pb, Ni, Mn, Cd, Co, Cr, Zn, Cu и As) в почвах на примере лицензионного участка «Буранный», Томторского месторождения РЗМ.

Объекты и методы. Площадка исследования расположена на северо-западе Республики Саха (Якутия) Российской Федерации, в пределах Оленекского улуса, в 400 км к югу от побережья моря Лаптевых, на водоразделе рек Удя и Чимара (рис. 1), на границе северной тайги и тундрово-лесной подзоны и входит в состав Восточно-Сибирской мерзлотно-северотаежной области бореального (умеренно холодного) пояса почв России.

Рисунок 1 – Томторское месторождение РЗМ

Объектом изучения послужили мерзлотные почвы. Данные почвы характеризуются маломощным, слабодифференцированным или практически гомогенным почвенным профилем, мерзлотным водным режимом и наличием близко залегающей льдистой мерзлоты.

В пределах территории лицензионного участка (ЛУ) «Буранный» в ходе полевых исследований заложено 118 точек наблюдения с отбором проб по существующим общепринятым методикам. Описание почв выполнено по региональной «Классификации и диагностики мерзлотных почв Якутии», разработанной Л.Г. Еловской [2], которая наиболее полно отражает все условия процессов почвообразования на территории Якутии.

Почвенные образцы анализировали с применением следующих методик: определение органического вещества – по методу Тюрина; pH водной вытяжки

– потенциометрическим методом; содержание валовых и подвижных форм Pb, Ni, Mn, Cd, Co, Cr, Zn, Cu и As – методом атомно-абсорбционной спектроскопии на МГА-915 ГК Люмэкс. Полученные количественные данные были обработаны с использованием программ Microsoft Excel 2013, Statistica 6.0 и OriginPro 8.1.5.

Структура почвенного покрова исследуемой территории представлена следующим образом: на водоразделах распространены криоземы, но локально встречаются и мерзлотные палево-бурые типы почв; в нижней части – мерзлотные торфяные низинные и верховые типы почв; на плакоре – мерзлотные торфяно- и перегнойно-глеевые почвы; и фрагментарно небольшими участками встречаются мерзлотные примитивные аллювиальные и аллювиальные типы почв. При этом доминирующими типами почв на территории лицензионного участка «Буранный» являются криоземы гомогенные оглеенные, неоглеенные и тиксотропные. Однако в результате проведения поисковых, геолого-разведочных работ территория участка исследования частично была пробразована. Трансформированные участки отличаются формированием техногенных поверхностных образований (ТПО) и антропогенно-преобразованных почв (АПП).

Результаты исследований. Почвы лицензионного участка характеризуются значениями pH варьирующими в пределах 3,9-6,7 (от кислой до близко нейтральной). Известно, что закисление почвы приводит к увеличению подвижности многих элементов и в первую очередь тяжелых металлов. В зависимости от степени кислотности почвенных растворов в почве растворяются различные легко- и среднерастворимые соединения. Получается, что в данном промежутке многие элементы находятся достаточно в подвижной форме и их миграция в сопредельные среды довольно велика.

Содержание гумуса изменяется в довольно широких пределах: от низкого (0,8 %) до очень высокого (13,8 %). Высокие значения гумуса характерны для почвенного покрова с неразложившимися или слабо разложившимися органическими остатками.

Анализ элементного состава исследуемых почв показал, что доля содержания некоторых валовых и подвижных форм ТМ в антропогенно-преобразованных почвах и грунтах техногенных поверхностных образований незначительно превышают фоновые содержания (табл. 1). Отмечены небольшие превышения содержания валовых форм Pb (1,5 раза), Cr (1,4 раза) и Zn (1,4 раза) в антропогенно-преобразованных почвах, а также Cr (1,5 раза), Pb (1,4 раза) и Zn (1,4 раза) в техногенных поверхностных образованиях.

По подвижным формам значительные превышения отмечены по Co (67 раз), Ni (26 раз), Cu (12 раз), Cr (9 раз), Pb (8 раз), Cd (4 раза), Zn (2 раза) и As (2 раза) в антропогенно-преобразованных почвах, а также Cd (52 раза), Ni (35 раз), Co (28 раз), Cu (11 раз), Pb (8 раз), Cr (6 раз), Zn (3 раза) и As (2 раза) в техногенных поверхностных образованиях.

При этом концентрации элементов в почвах ненарушенных ландшафтов не превышают фоновые значения, как среди валовых, так и среди подвижных

форм ТМ.

Существенным образом конкретизирует и дополняет картину абсолютного содержания ТМ информация о степени подвижности в почвах. Оно показывает геохимическую активность присутствующих в почве соединений ТМ, т.е. их потенциальную способность мигрировать в растения и сопредельные с почвой среды: в грунтовые, подземные, поверхностные воды и донные отложения [1].

Таблица 1 – Статистические параметры варьирования валовых и подвижных форм ТМ в почвах и грунтах территории ЛУ «Буранный» Томторского РЗМ, мг/кг

ТМ	Почвы ненарушенных ландшафтов	Антропогенно-преобразованные почвы (АПП)	Техногенные поверхностные образования (ТПО)	Фон
<i>Валовые формы</i>				
Pb	14,25	24,09	22,15	15,61
Ni	4,86	4,65	3,76	4,66
Mn	303,1	357,7	352,3	312,3
Cd	2,52	3,42	3,15	2,64
Co	3,23	2,58	4,26	3,32
Cr	15,55	22,78	24,44	16,84
Zn	32,76	51,05	50,08	35,42
Cu	10,35	13,67	12,23	10,73
As	90,41	98,32	96,34	91,54
<i>Подвижные формы</i>				
Pb	0,88	8,32	7,58	0,99
Ni	4,19	116,8	154,7	4,44
Mn	55,75	21,28	20,34	58,51
Cd	0,03	1,33	1,57	0,03
Co	2,34	167,0	68,80	2,48
Cr	2,72	26,83	17,36	3,00
Zn	1,74	3,55	6,02	1,87
Cu	2,03	26,82	23,01	2,18
As	0,06	0,14	0,16	0,07

Максимальной подвижностью из всех изученных элементов отличается Ni, Co и Cu (табл. 2). Как в почвах ненарушенных ландшафтов, так и в техногенных грунтах (АПП, ТПО). Однако в грунтах техногенных ландшафтов степень подвижности ТМ значительно выше, чем в почвах ненарушенных ландшафтов.

Таблица 2 – Степени подвижности ТМ в почвах и грунтах территории ЛУ «Буранный» Томторского РЗМ, %

	Pb	Ni	Mn	Cd	Co	Cr	Zn	Cu	As
Почвы	6,15	86,36	18,39	1,15	72,58	17,48	5,30	19,58	0,07
АПП	8,32	116,8	21,28	1,33	167,0	26,83	3,55	26,82	0,14
ТПО	7,58	154,7	20,34	1,57	68,80	17,36	6,02	23,01	0,16

Наиболее важные факторы, контролирующие подвижность ионов ТМ – реакция среды и окислительно-восстановительные условия почв. Данные элементы подвижны в кислых средах, чем и объясняется их более высокая под-

вижность в исследуемых почвах [5].

Таким образом, по степени подвижности можно построить следующие убывающие ряды ТМ в почвах территории ЛУ «Буранный» Томторского РЗМ: $Ni > Co > Cu > Mn > Cr > Pb > Zn > Cd > As$.

Заключение. Содержание валовых и подвижных форм ТМ в почвах лицензионного участка «Буранный» Томторского РЗМ характеризуются высокими показателями. В отличие от валовых форм, подвижные формы ТМ существенно превышают фоновые значения в антропогенно-преобразованных почвах и техногенных поверхностных образованиях, что связано с воздействием поисковых, геологоразведочных работ. Показатели количества ТМ в почвах нарушенных ландшафтов находятся в пределах фоновых значений.

Показатели подвижности ТМ в грунтах техногенных ландшафтов (АПП, ТПО) существенно выше, чем в почвах ненарушенных ландшафтов. Наиболее высокой степенью подвижности обладают Ni, Co и Cu, наименее – Cd и As.

Библиографический список

1. Александрова А.Б., Иванов Д.В., Валиев В.С., Маланин В.В., Хасанов Р.Р., Марасов А.А. Тяжелые металлы в почвах речных бассейнов Татарстана // Геология, география и глобальная энергия. Серия: Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов. – 2018. – № 2(69). – С. 118-129.
2. Еловская, Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии / Л.Г. Еловская. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172 с.
3. Ильин В. Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В. Б. Ильин, А. И. Сысо. – Новосибирск: СО РАН, 2001. – 229 с.
4. Минкина Т.М., Манджиева С.С., Чаплыгин В.А., Мотузова Г.В., Бурачевская М.В., Бауэр Т.В., Сушкова С.Н., Невидомская Д.Г. Влияние аэротехногенных выбросов на содержание тяжелых металлов в травянистых растениях Нижнего Дона // Почвоведение. – 2017. – №6. – С. 759-768.
5. Kabata-Pendias, A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. – 548 p.
6. Verloo M., Coftenie A., Landschoot G. Analytical and biological criteria with regard to soil pollution // Landwirtschaftliche Forschung: Kongressband, 1982. – S.-H. 39. – P. 394-403.

УДК 631.4

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ГУМУСОВОГО ПРОФИЛЯ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Громовик А.И., Горбунова Н.С., Черепухина И.В., Хатунцева Ю.Ю.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж
E-mail: agrom.ps@mail.ru

Резюме. На основе экспериментальных данных профильного распределения гумуса и его запасов в ключевых почвенных разрезах, заложенных на катенах, рассмотрены особенности строения гумусового в генетически сопряженном ряду почв: черноземы типичные – лугово-черноземные почвы. Выявлены основные сходства и различия в строении и распределении содержания органического вещества исследуемых почв, обусловленные гидроморфизмом.

Ключевые слова: гумусовый профиль, черноземы, лугово-черноземные почвы, гидроморфизм.

Summary. Based on the experimental data on the profile distribution of humus and its reserves in key soil sections laid on catenas, the structural features of humus in a genetically conjugated series of soils are considered: typical chernozems - meadow chernozem soils. The main similarities and differences in the structure and distribution of the organic matter content of the studied soils due to hydromorphism are revealed.

Key words: humus profile, chernozems, meadow chernozem soils, hydromorphism.

В Центральном Черноземье широкое распространение в почвенном покрове получили полугидроморфные аналоги черноземов – лугово-черноземные почвы. Они широко встречаются среди черноземов на менее дренированных и более увлажненных территориях. По своему генезису и строению лугово-черноземные почвы близки к автоморфным аналогам – черноземам. Основным отличием является повышенное грунтовое увлажнение. В связи с этим ряд признаков рассматриваемых почв определяется составом грунтовых вод. Почвы отличаются переменным промывным транспирационно-выпотным типом водного режима. Часто на глубине 3-5 м отмечается наличие грунтовых вод, это может являться причиной оглеения нижней части почвенного профиля [1,2,4].

Одним из главных факторов гумификации органического вещества, накопления и состава гумуса является характер локального переувлажнения почвенного покрова, то особый интерес представляет рассмотрение особенностей органо профиля лугово-черноземных почв по сравнению с черноземами. От водного режима почв зависит интенсивность процесса гумификации, скорость которой определяется отношением аэробных и анаэробных периодов [3,5], что можно наблюдать в лесостепной зоне под лугово-степной растительностью в лугово-черноземных почвах.

Целью исследований являлось выявить генетические особенности строения гумусового профиля лугово-черноземных почв Центрального Черноземья.

Особенности гумусового профиля пахотных лугово-черноземных почв рассматривались путем усреднения массива экспериментальных данных профильного распределения гумуса и его запасов в ключевых почвенных разрезах, заложенных на катенах. Данные сравнивались с аналогичными результатами, полученными для пахотных черноземов типичных в сопряженных ландшафтах. Все почвы относятся среднегумусным и мощным видам и соответствуют тяжелосуглинистым разновидностям. Лабораторные исследования проводились по общепринятым методам [7].

В верхней части горизонта А лугово-черноземные почвы содержат 7,30% гумуса, количество которого постепенно снижается вниз с глубиной до 0,87%. Лугово-черноземные почвы во многом сходны с автоморфными черноземами, что проявляется в строении их гумусового профиля. Однако при детальном рассмотрении можно отметить некоторые специфические особенности лугово-черноземных почв. В 30-см толще лугово-черноземных почв отмечается наиболее высокое содержание гумуса (на 0,65 абс.%) по сравнению с черноземами. Ниже содержание гумуса в черноземах несколько выше (на 0,24 абс.%) по сравнению с лугово-черноземными почвами, и кривые профильного распре-

ления гумуса пересекаются (рис. 1).

Рисунок 1 – Профильное распределение содержания гумуса в черноземах типичных (Чт) и лугово-черноземных почвах (ЛЧ)

Рисунок 2 – Запасы гумуса в пахотных черноземах типичных (Чт) и лугово-черноземных почвах (ЛЧ) в полуметровой и метровой толщах

С глубины 40 см, наблюдается преобладание гумусированности лугово-черноземных почв. На глубине 70 см кривые практически соприкасаются друг с другом и здесь различия в содержании гумуса между почвами минимальные. Ниже 70 см распределение гумуса в черноземах и лугово-черноземных почв не имеет существенных различий, хотя в последних наблюдается небольшое преобладание гумусированности. Мощность A+AB у лугово-черноземных почв составляет 94 см, а у черноземов типичных – 82 см. Следовательно, лугово-черноземные почвы отличаются большей гумусированностью и более растянутой гумусовой толщей. В этих почвах можно наблюдать три хорошо выраженных пика увеличения значений градиентов падения содержания гумуса с глубиной: на глубине 30 см (-1,22 абс.%), 70 см (-1,25 абс.%) и 90 см (-0,90 абс.%). Ниже глубины 90 см тренд градиента у лугово-черноземных почв аналогичен черноземам. Наличие нескольких пиков увеличения значений градиента, обуславливает аккумулятивный тип кривой профильного распределения гумуса со ступеннеобразным характером и пульсацией градиентов падения гумуса с глубиной.

Обогащение органическим веществом верхней 30-см толщи лугово-черноземных почв обусловлено концентрацией основной массы корневых систем, снижением интенсивности минерализации органического вещества и относительным накоплением полуразложившихся растительных остатков.

Резкому падению содержания корней на глубине 30 см в лугово-черноземной почве соответствует резкое снижение содержания гумуса, что

можно объяснить резким уменьшением массы корней с этой глубины. Тем не менее, нижняя часть гумусового профиля лугово-черноземных почв все же более растянутая по сравнению с черноземами. Так 2% порог содержания гумуса в черноземах наблюдается на глубине 82 см, в то время как в лугово-черноземных почвах – 94 см. В полуметровой толще запасы гумуса в лугово-черноземной почве составляют 379 т/га, что больше по сравнению с черноземами на 20 т/га. В метровой толще эта разница составляет 58 т/га (рис. 2).

Современный процесс гумификации растительных остатков в нижних горизонтах в условиях гидроморфизма протекает более интенсивно, а верхней 30-см толще он несколько заторможен, что хорошо подтверждается экспериментальными данными А.Д. Фокина (1975). В сопряженном ряду черноземы – лугово-черноземные почвы изменяется качественный состав гумуса, по пути увеличения подвижных фракций гумусовых веществ. Это провоцирует их миграцию в нижележащую почвенную толщу, что также поддерживает запасы гумуса на довольно высоком уровне.

Другой причиной менее резкого снижения запасов гумуса с глубиной, по сравнению с запасами корней, может являться интенсивное накопление гумуса (в слоях ниже 30 см) в прошлом, когда лугово-черноземные почвы еще не использовались в пашне. В этих условиях естественная целинная лугово-степная растительность своей обильной корневой системой проникала более глубоко в почвенную толщу, избыточное увлажнение способствовало ослаблению интенсивности минерализации органических веществ. В конечном итоге это могло привести к обогащению почвы гумусовыми веществами и нарастанию мощности А+АВ.

Кривая профильного распределения гумуса в лугово-черноземных почвах носит ступеннеобразный характер с пульсацией градиентов падения гумуса с глубиной. Это может быть связано с неоднозначным водным режимом, который также отличается пульсирующим характером. В связи с этим, в разные по увлажнению годы, а также по его сезонам из-за колебаний уровня грунтовых вод обеспечивается различное (на разных глубинах) капиллярное подпитывание почвенной толщи. Поэтому на разных глубинах в связи со сложившимися окислительно-восстановительными условиями соотношение процессов минерализации и гумификации органического вещества могло быть различным, что могло привести к ступенеобразному или пульсирующему снижению содержания гумуса с глубиной и способствовать растянутости А+АВ.

Таким образом, в сопряженном генетическом ряду черноземы – лугово-черноземные почвы выявлены основные сходства и различия в строении и распределении содержания органического вещества, обусловленные гидроморфизмом.

Библиографический список

1. Ахтырцев А.Б. Лугово-черноземные почвы центральных областей Русской равнины / А.Б. Ахтырцев, П.Г. Адрихин, Б.П. Ахтырцев. – Воронеж: изд-во «ВГУ», 1981. – 176 с.
2. Ахтырцев Б.П. Трансформация гумусного состояния лесостепных почв под влиянием гидроморфизма / Б.П. Ахтырцев, А.Б. Ахтырцев, Л.А. Яблонских // Вестник ВГУ. Серия:

Химия. Биология. Фармация. – 2004. – № 2. – С. 99-107.

3. Кононова М.М. Формирование гумуса в почве и его разложение / М.М. Кононова // Успехи микробиологии. – 1976. – № 11. – С. 134-151.

4. Самойлова Е.М. Луговые почвы лесостепи / Е.М. Самойлова. – Москва: изд-во «МГУ», 1981. – 284 с.

5. Семёнов В.М. Почвенное органическое вещество / В.М. Семёнов, Б.М. Когут. – Москва: изд-во «ГЕОС», 2015. – 233 с.

6. Фокин А.Д. Исследование процессов трансформации, взаимодействия в переносе органических веществ, железа и фосфора в подзолистой почве. – Автореф. докторской диссертации. – Москва, 1975.

7. Щеглов Д. И. Основы химического анализа почв / Д.И. Щеглов, А.И. Громовик, Н.С. Горбунова. – Воронеж: издательский дом ВГУ, 2019. – 332 с.

УДК 631:461

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Двойных В.В.

ФГБНУ «Курский ФАНЦ», г. Курск

E-mail: viktoria.dvoinyh@yandex.ru

Резюме. Почвенный воздух имеет большое значение для процессов в почве и роста растений. Он участвует в химических и биохимических процессах, протекающих в почве, оказывает влияние на окислительно-восстановительные условия в почве, ее реакцию и растворимость химических компонентов. Почвенный воздух важен для углеродного питания растений (более половины углекислого газа, идущего на формирование урожая сельскохозяйственных культур, потребляется растениями из почвы). Его состав изменяется во времени и по профилю почвы, зависит от внесения органических и минеральных удобрений, вида растений, биологической деятельности почвы, гидротермических условий и т.д.

Ключевые слова: среда обитания, биологическая активность, почва, оценка, фотосинтез, интенсивность дыхания, плодородие, суммарная активность, дыхание почвы.

Почва – это основной компонент биосферы, представляющий собой среду обитания сухопутной растительности, животных и микроорганизмов.

Наземные растения, черпая из почвы все необходимые для жизнедеятельности минеральные вещества, осуществляют фотосинтез, в результате которого из CO₂ воздуха и воды с поглощением солнечной энергии образуются первичные органические продукты, служащие для дальнейшего синтеза громадного разнообразия более сложных органических веществ. Единство двух глобальных противоположно направленных процессов – фотосинтеза и минерализации приводит в действие биологический круговорот не только углерода, но и всех других биогенных элементов на Земле.

Интенсивность дыхания почвы является показателем ее биологической активности. Как в естественных, так и в культурных ценозах наблюдается положительная корреляционная связь между интенсивностью дыхания почвы и ее плодородием. [1].

Сравнительно простой прием, позволяющий оценить суммарную активность почвенных организмов, разлагающих органическое вещество и выделяющих CO₂, состоит в определении так называемого дыхания почвы или

эмиссии почвой CO_2 . Однако надо помнить, что этот показатель очень динамичен и меняется не только по сезонам года, но и в течение суток (суточная динамика), а также с изменением погодных условий.

В биодиагностике почв большое значение имеет определение почвенного дыхания как интегрального показателя работы всей биоты. Интенсивность выделения углекислоты дает достоверную информацию о напряженности биохимических процессов, о направленности трансформации органического вещества, а также позволяет судить о самоочищающей способности антропогенно нарушенных почв. Определение углекислоты методом титрования – быстрый и достаточно простой метод исследования биологических свойств почв. Разница в мл H_2SO_4 , пошедшей на титрование контроля и изучаемых вариантов.

На дыхание почвы большое влияние оказывает поступление в нее различных органических материалов, удобрений и пестицидов. К органическим материалам прежде всего следует отнести опад растений, их послеуборочные остатки и различные органические удобрения (навоз, торф, компосты и др.). Как правило, внесение в почву перечисленных материалов резко усиливает выделение CO_2 из почвы [2].

В почве, если только она не замерзшая, непрерывно протекают биологические процессы синтеза и распада, потребления и выделения различных веществ – органических и минеральных. В этом процессе одни виды организмов образует CO_2 , O_2 , эфиры, кислоты, спирты, аммиак, сероводород, метан и другие соединения. Для других организмов, преимущественно микробов, эти соединения служат источниками питания. В зависимости от преобладания тех или иных микроорганизмов в данной почве и направленности биохимических процессов содержание газов в почве будет меняться.

За последнее время для характеристики биохимических процессов, протекающих в почве, учета деятельности почвенной микрофлоры, а также для оценки биологической активности почвы, все большее внимание уделяется изучению режима углекислоты и дыхания почвы.

Исследования проводились в 2019 году в посевах озимой пшеницы сорта «Синтетик», выращиваемой на зерно, на территории опытного поля Курского федерального аграрного научного центра (Медвенский район, Курская область). Заложен опыт на производственном участке с куполообразной формой рельефа с выраженной волнистостью, площадью в 86га. Почва опытного участка представлена черноземами различной степени смывости.

Дыхание почвы в опыте определялось по методу Л.О. Карпачевского. В полевых условиях установили чашку Петри на ровную поверхность почвы, предварительно убрав все растительные остатки аккуратно прилили пипеткой 5,0мл 0,2н. раствора NaOH (поглотитель CO_2). Накрыли сосудом, отметили время начала опыта. Через 40 мин щелочь оттитровали 0,05н. раствором H_2SO_4 из микробюретки по фенолфталеину. Повторность трехкратная.

Расчет углекислого газа проводился по формуле

$$\text{CO}_2 = (a - b) \cdot n \cdot 60 \cdot 10^8 \cdot 22 / (S \cdot t - 10^6) = (a - b) \cdot n \cdot 6 \cdot 1000 \cdot 22 / S \cdot t,$$

где a — количество H_2SO_4 , пошедшее на титрование раствора NaOH , мл;

б – количество кислоты, пошедшее на титрование раствора NaOH, после 20 мин;
н – нормальность кислоты;
S – площадь поглотителя, см²;
t – время экспозиции, мин.

Анализ полученных данных показал, что наиболее высокая биохимическая активность наблюдалась в посевах озимой пшеницы, в нижней точке склона восточной экспозиции и составила 14.83 кг/час/га. А наименьшее значение наблюдалось на склоне западной экспозиции и составила 5.79 кг/час/га. Ранжирование усредненных значений по величине интенсивности дыхания по склонам в первой половине дня: северные экспозиции – 7.42 кг/час/га, западные – 7.53 кг/час/га, южные – 8.72 кг/час/га, восточные – 12.72 кг/час/га. В основном это связано с повышением температуры почвы и воздуха днем, когда микроорганизмы частично перестают проявлять свою активность.

Активность почвенной микрофлоры, главным образом, зависит от наличия в почве органического вещества при благоприятном сочетании температуры, влажности и плотности [3].

Биологическую активность почв следует рассматривать комплексно, т.к. в настоящее время нет какого-то единого универсального метода определения биологической активности почвы.

Следует отметить, что дыхательная активность почвы в опыте изменяется в очень широких пределах. Оценка биологической активности почвы может быть использована как предварительные исследования почвенных процессов с последующим их учетом при закладке полевых опытов.

Библиографический список

1. Кудеяров В.Н, Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Ильина А.А., Кузнецова Т.В., Тимченко А.В. Оценка дыхания почв России. Почвоведение. – 1995. – № 1 – С. 33-42.
2. Иванникова Л.А. Эмиссия CO₂ из почвы при поступлении в нее различных органических материалов // Дыхание почвы. НЦБИ РАН. Пущено, 1993. – С. 52-58.
3. Ступаков А.Г. Влияние систем обработки почвы на дыхание почвенной биоты чернозема типичного. Вестник КГСА. – 2014. – №7. – С. 56-58.

УДК 631.4

ЭРОДИРОВАННОСТЬ ЗЕМЕЛЬ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНО-МИНУСИНСКОГО ПРИРОДНОГО ОКРУГА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Демиденко Г.А.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,
г. Красноярск

E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Резюме. Рассмотрено проявления эродированности земель в лесостепной зоне Красноярского края на примере Идринского района.

Ключевые слова: Красноярский край, лесостепная зона, структура почвенного покрова, эродированность земель.

Summary. The manifestations of land erosion in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory are considered using the example of the Idrinsky district.

Key words: Krasnoyarsk Territory, forest-steppe zone, soil cover structure, land erosion.

В Красноярском крае наибольшие площади эродированных земель расположены в лесостепной зоне, где находятся основные площади пашни [2]. Причиненные эрозией потери земель можно назвать огромными. Актуальным является стабилизация современного состояния почв и остановить, по возможности, потери сельскохозяйственных земель. На многих территориях отмечается проявление ветровой и водной эрозии одновременно. Например, в Идринском районе Южно-Минусинского природного округа Красноярского края 33.7 % подвержено эрозии (10,8 % подвержено ветровой эрозии; 22.9 % – водной эрозии).

Цель исследования: агроэкологический мониторинг состояния почвенного покрова хозяйств АПК Идринского района Южно-Минусинского округа Красноярского края.

Объекты исследования: почвенный покров пашни хозяйств АПК Идринского района Красноярского края.

Методы исследования: агроэкологический мониторинг состояния почвенного покрова и степени его эродированности.

Почвы, имеющие высокую степень эродированности, беднее гумусом и запасами питательных веществ. Значительно ослаблена микробиологическая активность. Эти и другие процессы снижают продуктивность распаханых почв на: 10-12 % на слабосмытых почвах; 30-35 % на среднесмытых почвах; 60-70 % на сильносмытых почвах.

Почвенный покров территории представлен сочетанием лесных почв (серых лесных, темно-серых лесных) и степных почв (черноземов выщелоченных и черноземов обыкновенных) [2]. Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика черноземов

Название почвы	Гумус, %	Мощность гумусового горизонта	рН (KCl)	Поглощенные основания, мг/100 г почвы		P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы	K ₂ O, мг/100 г почвы
				Ca ²⁺	Mg ²⁺		
Чернозем выщелоченный	7,9	39	6,4	52	11,3	13,4	13.7
Чернозем обыкновенный	10.0	41	6.1	36	6,7	14.5	15.8

Из данных таблицы 1 видно, что почвы имеют высокий уровень почвенного плодородия, так как содержание гумуса определяется как высокое и очень высокое. Почвы пригодны к выращиванию зерновых и пропашных сельскохозяйственных культур (яровой пшеницы, озимой ржи, ячменя, гороха, гречихи, овса, кукурузы, картофеля, и других). Для черноземов характерна высокая гумусированность. Обыкновенные черноземы представлены среднегу-

мусными, маломощными и среднемощными видами. Гумус обыкновенных черноземов насыщен азотом. Хорошо развита поглотительная способность почв. Органическая часть поглощающегося комплекса насыщена кальцием. По содержанию гумуса выщелоченные черноземы относятся к среднегумусным. Валовое содержание азота и фосфора соотносится с содержанием гумуса. Имеет высокую емкость катионного обмена, что обусловлено гранулометрическим составом и содержанием органического вещества.

По предупреждению развития эрозионных процессов в хозяйствах АПК района проводятся мероприятия: почвозащитные севообороты; полосное размещение культур; противоэрозионная обработка почвы; возделывание многолетних трав, буферные полосы; почвозащитные лесные полосы; и др.

Библиографический список

1. Крупкин, П.И. Черноземы Красноярского края / П.И. Крупкин. – Красноярск: Издательство КрасГАУ, 2002. – 332 с.
2. Сурин, Н.А. Разработка проектов внутрихозяйственного землеустройства и систем земледелия на ландшафтно-экологической основе для лесостепи Красноярского края/ Н.А. Сурин, Ю.А. Лютых. – Новосибирск: РАСХН, 2002. – 222 с.

УДК 631.41

ЗНАЧЕНИЕ ПШЕНИЦЫ В МИРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Дериглазова Г.М.

ФГБНУ «Курский ФАНЦ»

E-mail: g_deriglazova@mail.ru

Резюме. В статье рассказана история происхождения пшеницы и ее окультуривания. Анализируется мировое производство зерна культуры с 1985 года по настоящее время. Рассматривается урожайность пшеницы в передовых странах и в мире.

Ключевые слова: пшеница, история окультуривания, яровая пшеница, ареал возделывания, мировое производство пшеницы, урожайность пшеницы в мире.

Пшеница – это наиболее распространенная на земном шаре зерновая культура, используемая на продовольственные, технические и кормовые цели. Ареал ее возделывания очень широк. Это обусловлено, с одной стороны, высокой адаптивностью пшеницы к климатическим условиям среды обитания, с другой, – большой потребностью в ней, связанная с высокой питательной ценностью.

Культура появилась задолго до формирования современного общества. Культурная пшеница происходит из ближневосточного региона, наиболее вероятная область происхождения культурной пшеницы расположена в юго-восточной Турции. Н.И. Вавилов считал основной родиной пшеницы Армению.

Пшеница была одним из первых одомашненных злаков, её культивировали ещё в самом начале неолитической революции. Можно с уверенностью утверждать, что древние люди могли использовать в пищу дикорастущую пшеницу. Зёрна дикой пшеницы осыпались сразу же после созревания, и их невоз-

можно было собрать. Поэтому древние люди использовали в пищу незрелые зёрна. Процесс одомашнивания занимал очень длительное время, и переход к современному состоянию происходил скорее под влиянием случайных факторов, и не был результатом целенаправленной селекции. Исследователи отмечают, что селекция первых сортов осуществлялась по прочности колоса, который должен выдерживать жатву, по устойчивости к полеганию и по размеру зерна. Теперь же, зёрна культурных современных сортов пшеницы держатся в колосе до тех пор, пока не будут выбиты при обмолоте.

Пшеница к началу нашей эры известна практически по всей территории Азии и Африки; в эпоху римских завоеваний злак начали возделывать в разных уголках Европы. Европейские колонисты в XVI-XVII веке завезли пшеницу в Южную и Северную Америку. В Канаде и в Австралии культура стала возделываться на рубеже XVIII-XIX веков. Таким образом пшеница получила повсеместное распространение.

Неизменное первенство в производстве пшеницы в мире с 1985 года по настоящее время принадлежит Китаю (рис. 1). В последнее время ее производство превысило 120 млн. т.

Рисунок 1 – Производство пшеницы в странах, тыс. т.

Производство зерна пшеницы в Индии в 2018 году было ниже передовых значений Китая на 24,1% и составило 99,7 млн. т.

До 2014 года третье место неизменно принадлежало США. С 1985 до 2014 гг. производство зерна пшеницы в США было ниже, чем в Китае на 23,1 - 52,4%. А в 2014 году и по настоящее время уже Россия заняла третье место в мире, сместив США. Таким образом, наша страна занимает лидирующие позиции в мировом производстве зерна пшеницы. В последние 3 года (2016-2018 гг.) Россия произвела более 70 млн. т. зерна пшеницы.

Рассматривая среднюю урожайность культуры в мире, мы можем отметить высокую урожайность в Бельгии, Нидерландах, Германии, Великобритании, Дании, Франции (рис. 2). В данных странах урожайность пшеницы варьи-

рует от 53,0 до 100,2 ц/га.

Рисунок 2 – Динамика урожайности пшеницы передовых стран по сравнению с урожайностью в России, ц/га

Наибольшую урожайность удалось получить в Бельгии в 2015 году – 100,2 ц/га. Но Бельгия не отличается стабильными урожаями. По сравнению с остальными представленными странами стандартное отклонение урожайности здесь наивысшее – 11,2, и интервал ее урожайности в исследуемый период составил 39 ц/га.

Наибольшей стабильностью урожаев пшеницы отличается Дания. На данной территории урожайность колебалась от 65,0 до 82,4 ц/га и стандартное отклонение равно 4,7.

При рассматривать урожайных данных пшеницы, необходимо отметить, что наиболее высокий и стабильный урожай пшеницы получают в Нидерландах. Здесь урожайность варьирует от 73,6 до 91,7 ц/га. Данные показатели свидетельствуют о высокой культуре земледелия в стране.

Анализируя урожайность пшеницы по всему миру, мы можем отметить, что с 2010 года она составляет около 30 ц/га.

В России урожайность пшеницы пока не достигает средних мировых значений, с 1990 гг. по 2017 гг. средняя урожайность составила всего 21,6 ц/га, при этом она сильно разнится по регионам в зависимости от климатических условий. В Краснодарском крае урожайность достигает 58,5 ц/га. В последние года (2015-2017 гг.) в нашей стране наметилась положительная тенденция в увеличении урожайности культуры (рис.2).

Таким образом, изучив мировые тенденции в производстве пшеницы, мы можем сказать, что Россия занимает лидирующие позиции в производстве зерна пшеницы, но ее урожайность пока не соответствует мировым значениям. Поэтому нам необходимо совершенствовать технологии возделывания зерновых культур, и в частности пшеницы, чтобы раскрыть полностью ее биологический потенциал.

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СЕВООБОРОТА И СОЗДАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПАШНЕ

Долгополова Н.В.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», Курск

E-mail: dunaj-natalya@yandex.ru

Аннотация Правильная система ведения хозяйства должна обеспечивать достаточно высокий уровень получаемой продукции и чистого дохода. Критерием правильной системы полеводства считают сохранение установленного уровня органического вещества, которое определяет плодородие почвы, ее структуру и водопроницаемость. Более высокое содержание органического вещества означает и более продуктивную почву. Эта зависимость имеет взаимосвязанные основание и результат.

Ключевые слова: севооборот, растительный покров, промежуточные культуры, кормовые единицы,

В здоровом агроландшафте, который, включает в себя лесные массивы, лесные полосы, полосы многолетних трав, постоянное покрытие пашни растениями смягчает или существенно уменьшает действие неблагоприятных факторов в современном земледелии. Без растительного покрова очень велики потери питательных веществ. Мощный рост растений, постоянный покров их на пашне сопровождается образованием большого количества растительных остатков, пополняющих запасы органического вещества. Без высокого содержания органического вещества, высокого уровня водопроходной структуры и водопроницаемости земледелие находится во власти стихий [1].

В иссушенной растениями почве осенью водорастворимые минеральные вещества, особенно нитраты, в результате их поглощения растениями связаны и не вымываются просачивающимися осенними осадками. При наличии инфильтрационной воды 58-86 % от суммы зимних осадков из пахотного слоя почвы без растительности может вымываться до 100 кг/га нитратного азота. С промежуточными культурами эти потери составляют менее одного килограмма, на полях с сидеральными культурами, клевер, горох, кормовые бобы потери могут достигать более чем 30 кг/га (таблица 1,2) [2].

Таблица 1. – Потери содержания азота при различных системах агротехники

Варианты	Ежегодные потери азота, кг/га
Без растительности	69,6
Севооборот	7,0
Многолетние травы (постоянный растительный покров)	2,2

Таблица 2. – Потери нитратного азота за зимнее полугодие при возделывании промежуточных, культур

Варианты опыта с промежуточным культурами	Потери азота, кг/га
Чистый пар	94,0
Сурепица	0,4
Сурепица + солома	0,9
Клевер александрийский	36,6
Клевер александрийский + солома	27,3

С учетом того, что почва без растений подвергается эрозии, потери питательных веществ в этом случае окажутся в несколько раз больше, чем только при инфильтрации вод [3]. Поэтому одно из основных мероприятий по борьбе с эрозией и потерями питательных веществ – содержание эродированных почв под растительностью.

Большое значение имеет использование посевов пожнивных уплотненных, посев; почвозащитных культур в междурядьях основных (пропашных культур) Этот прием особенно эффективен на легких почвах. К сожалению, не всегда пашню содержат под постоянным растительным покровом. Многие поля используют далеко не весь теплый период года, и нередко они пустуют от одного до трех месяцев, подвергаясь эрозии и выщелачиванию. Дальнейшая интенсификация земледелия возможна при уплотненном использовании пашни. Достигается это выращиванием промежуточных культур, позволяющих получать с одной площади два-три урожая в год. За последние тридцать лет научными учреждениями нашей страны и за рубежом разработана система промежуточных посевов для отдельных регионов, всех географических зон. В настоящее время в земледелии они внедрены, на площади более 3 млн. га и дают дополнительно 3,5-4 млн. т корм. ед. По рекомендации ученых институтов земледелия, площади с промежуточными культурами будут расширены примерно в 2,5 раза. Это серьезный резерв создания прочной кормовой базы. Используя в посевах озимый рапс, озимую вику, редьку масличную, озимую рожь, сераделлу, турнепс и другие культуры, можно повысить продуктивность поливного гектара в центральных и северо-западных районах ЦЧЗ до 120-140 ц корм. ед., в регионах Средней Азии до 320-350 ц, в Закавказье до 180-200 ц корм. ед. Этим обеспечивая значительное увеличение выхода кормов с единицы площади, они выполняют и существенную почвозащитную роль. В результате возделывания промежуточных культур достигается смена культур в севооборотах, затеняется почва в периоды между вегетацией основных культур, удерживаются в поверхностных слоях почвы питательные вещества, снижается поражение растений болезнями и вредителями, резко уменьшается засоренность посевов [4].

Так, например, в Нечерноземной зоне в качестве промежуточных культур возделывают горохо-овсяные и вико-овсяные смеси, подсолнечник в чистом виде и в смеси с бобово-злаковыми культурами, кормовую капусту и брюкву, кукурузу и ранние сорта картофеля и другие. Эффективны и крестоцветные. Здесь определено два способа получения двух урожаев в год в занятом пару: первый, когда под озимую рожь рано весной подсевают озимую или яровую вику; второй, когда после уборки озимой ржи на корм и обработки почвы сеют смесь гороха, овса и подсолнечника, редьку масличную с другими озимыми культурами. Эффективны и подсевные культуры под яровые зерновые. От других промежуточных посевов подсевные выгодно отличаются тем, что они не требуют дополнительной обработки почвы и обеспечивают получение дешевого корма. Почва при этом остается постоянно покрытой растениями, процессы смыва минимальны [5].

К примеру, в республике Удмуртия, в посевах горохо-горчичные и вико-горчичные смеси значительно превосходили по урожайности (на 16-17 %) контрольные одновидовые посевы бобовых. Горохо-горчично-подсолнечниковые и вико-горчично-подсолнечниковые смеси давали более высокие урожаи зеленой массы по сравнению с одновидовыми посевами (на 10-39 % выше одновидового посева подсолнечника и на 114-237 % выше одновидовых посевов бобовых в пересчете на абсолютно сухое вещество).

В южных районах при выращивании трех урожаев в год рекомендуют использовать первыми озимые культуры, вторыми – культуры позднего срока сева, третьими – холодостойкие яровые, способные расти и развиваться до поздней осени. При этом предпочтение надо отдавать злаково-бобовым смесям. Озимая рожь и пшеница, тритикале, вика и рапс, посеянные в сентябре, хорошо используют температурные условия и влагу осенью и весной, а в мае дают высокие урожаи зеленой массы. К культурам второго срока сева относятся кукуруза, сорго, суданская трава, соя. Культуры третьего срока сева – горох, подсолнечник, овес, рапс. В Институте почвоведения и агрохимии им. Николае Димо в Молдавии за три урожая в год собрали 869 ц/га зеленой массы, в Северной Осетии с орошаемой площади – 1340 ц/га, в ОАО «Ростовская Областная Опытно-Мелиоративная станция» зеленая масса трех урожаев составила от 1157 до 1589 ц/га. В Тверской области насыщение зерновых севооборотов промежуточными посевами на 50 %, 75 % и 100 % увеличило в среднем за три года выход кормовых единиц соответственно на 5,3, 12,3 и 117,5 ц/га. Насыщение севооборотов промежуточными посевами от 50 до 75 % увеличивало выход кормовых единиц в 2,4 раза, при 100 % насыщении выход продукции возрос почти в десять раз [6].

Один из вариантов совмещенных посевов культур, обеспечивающих непрерывную защиту почв от эрозии, применяли в хозяйствах республики Молдова. Осенью поперек склона проводили сплошной посев озимой ржи. Ранней весной на посевах ржи с междурядьем в 70 см подсеивали вику (или чину). В середине-конце мая: рожь скашивали на зеленый корм. После укоса ржи выполняли культивацию междурядий вики и вслед за этим сеяли: суданскую траву с междурядьями в 70 см. Ряды вики и суданской травы чередовались через каждые 35 см (поперек склона). В конце июня проводили укос вики, а после укоса вики – культивацию междурядий суданской травы и посев сорго (или кукурузы) с междурядьем в 70 см. По этой схеме почва на склоне в течение всего года находилась под защитой растительного покрова, причем в год проводили четыре укоса зеленой массы. По сравнению с вариантом поукосного возделывания кукурузы после уборки озимой ржи на зеленый корм в варианте с совмещенным посевом урожай зеленой массы возрос на 26 %, а сбор белка – 81%.

По сбору кормовых единиц продуктивность севооборота (республика Беларусь), где в качестве промежуточной культуры выращивали озимую рожь, возросла по сравнению с контролем на 26,1-27,4 %. При насыщении севооборота промежуточными культурами затраты труда на единицу продукции снижались на 18,6 %.

В качестве промежуточной культуры для Гродненской области рекомендуют озимую рожь на зеленую массу с последующими поукосными посевами кормового люпина, кукурузы и гречихи. В пожнивных посевах после озимой ржи и ячменя, наряду с редькой масличной и горчицей, высевают люпин с размещением после него в севообороте картофеля и кукурузы [7]. Таким образом, почти все поля севооборота имеют растительный покров в течение теплого периода года.

На дерново-подзолистых почвах (Полесье Украины десятилетний опыт) выявлены наиболее пригодные к возделыванию промежуточные культуры (таблица). Из бобовых наиболее пригодны для выращивания в промежуточных посевах многолетний люпин и клевер красный, из злаковых – многолетняя и зеленоукосная рожь, из крестоцветных – редька масличная. Наименее требовательны к условиям произрастания люпин желтый, сераделла, фацелия и овес; к этой категории относят и все виды ржи [7].

Таблица 3. – Продуктивность и устойчивость урожаев промежуточных культур (2000-2016 гг.)

Культура	Урожай (корни+зеленая масса) ц/га	Урожай семян ц/га	Норма высева в промежуточных почвах, кг/га	Требования к условиям произрастания	Устойчивость урожая
Люпин желтый	200	8	200	нетребователен	от слабой до средней
Люпин многолетний	200	5	60	относительно требователен	средняя
Клевер красный	140	2	20	требователен	средняя
Сераделла	180	3	50	относительно требователен	средняя
Донник белый	150	6	20	относительно средняя	средняя
Горох	120	18	300	требователен	средняя
Пелюшка	150	15	250	требователен	средняя
Вика озимая	160	4	60	требовательна	от средней до хорошей
Фацелия	120	3	15	не требовательна	от средней до хорошей
Овес	80	20	180	не требователен	от слабой до хорошей
Ячмень	70	20	200	требователен	от слабой до хорошей
Озимая рожь	200	20	200	Не требовательна	хорошая
Зеленоукосная рожь	250	20	75	--/--	--/--
Многолетняя рожь	250	20	100	--/--	--/--
Горчица белая	100	10	20	требовательна	от слабой до хорошей
Рапс озимый	130	10	15	требователен	--/--
Перко	150	8	15	требователен	от слабой до хорошей
Редька масличная	230	8	25	требовательна	от средней до хорошей
Вика яровая	110	15	150	требовательна	средняя

Практикуется и, контурно-буферное размещение культур на склонах. Оно предусматривает чередование культур, характеризующихся низкой противоэрозионной эффективностью, с полосами многолетних трав. В Центрально-Черноземной зоне страны такое размещение культур снизило смыв почвы на 13,4 м³/га. Внедрение контурно-буферной системы, размещение культурных растений соответственно условиям рельефа в агроландшафта Воронежской области позволило почти полностью остановить эрозионные процессы.

Контурно-полосное размещение посевов давно и эффективно используется в Канаде и в Аргентине. В Японии по исследованиям национальной сельскохозяйственной станции Шикоку при контурном размещении промежуточных культур сток и смыв почвы в посевах батата (за июль-август при сумме осадков 357,6 мм) составили 8,5 мм и 23,5 кг/га, а при посеве вдоль склона – соответственно 87,1 мм и 805,0 кг/га. Во Франции отмечаемое в последнее время снижение содержания гумуса в почве вызвало серьезное беспокойство и заставило рассматривать постоянный растительный покров на пашне как гарантию сохранения почвенного плодородия. Для этой цели в севооборот введены сеянные луга, где вследствие разложения значительной массы корней многолетних трав интенсивно накапливается гумус. В Германии (местность Рейнланд) промежуточные посевы возделывают примерно на 25 % площади пашни, из них 89 % приходится на пожнивные посевы. Около 60 % площади занимают злаковые травы, клевер и клеверо-злаковые смеси. На рапс и другие крестоцветные приходится 17 % площади. В подсевных посевах 16 % площади промежуточных культур.

В основном возделывают клевер и клеверо-злаковые смеси. На 5 % площади под промежуточными культурами высевает озимые культурные растения. Подобная структура посевов промежуточных культур характерна и для других местностей Германии.

В США считают наиболее подходящим способом защиты почвы от эрозии поддержание постоянного растительного покрова в течение теплого периода года. Так, например, в северной части штата Орегон посадка картофеля способствует проявлению эрозии. В этом случае для защиты почвы используют промежуточную культуру – озимую пшеницу, которую весной уничтожают гербицидами. В штатах Вашингтон, Айдахо для борьбы с ветровой эрозией в зимнее время и в период всходов картофеля вводят покровные культуры, производят мульчирование почвы растительными остатками и минимальную обработку почвы. В местности Хермистоун на плантации с бахчевыми культурами, арбузами почву успешно защищают от эрозии полосными посевами озимых, размещенных перпендикулярно эрозионно-опасным ветрам. В этих же условиях, имеется опыт выращивания спаржи с использованием в зимне-весенний период в качестве покровной культуры сорных растений в междурядьях, уничтожаемых в рядах со спаржей гербицидами.

Промежуточные культуры, это прекрасный кормовой запас для животноводства, можно использовать под выпас, на зеленую массу и силос. Отсюда определяется их набор, наряду с учетом почвозащитных свойств. Предназна-

ченные под выпас растения должны длительное время отрастать и давать постоянно корм хорошего качества, при выращивании на силос – достигать укосной спелости до наступления устойчивого переувлажнения почвы, сидеральные растения – очень быстро развивать зеленую массу, подавлять сорняки и иметь мощно развитую корневую систему. На зеленое удобрение наиболее пригодны кормовые бобы, пелюшка, яровая вика. Почти всегда вику и пелюшку следует высевать с кормовыми бобами или рапсом. Из люпинов наиболее быстрым начальным развитием обладает люпин горький. Клевера в качестве промежуточных культур целесообразно использовать только в смеси со злаками. Для кормовых целей лучше возделывать озимый рапс, чем яровой. Редьку масличную, горчицу, фацелию возделывают в промежуточных посевах преимущественно для удобрения. Эти принципы подбора промежуточных культур разработаны в Европе и приемлемы в сходных почвенно-климатических условиях в наших условиях. По срокам проведения и условиям вегетации промежуточные культуры делятся на следующие группы: озимые, поукосные, пожнивные и подсевные. Посевы после озимых и ранних яровых на зерно служат в севообороте пожновыми промежуточными. Их вегетационный период короче, они хуже обеспечены теплом, светом и влагой и дают урожай зеленой массы ниже, чем поукосные посевы.

В настоящее время на значительных площадях получают два и более урожаев в год при сочетании озимых промежуточных культур с основными яровыми или озимыми, озимых колосовых и зернобобовых культур на зерно с летними посевами промежуточных культур.

Так в Предкавказье в годы с недостатком осадков наблюдалось снижение урожаев основных культур с высоким насыщением севооборота промежуточными культурами. Проблема в значительной степени разрешается с внедрением в производство в качестве промежуточных культур озимых рапса и сурепицы. Они на 15-20 дней раньше, чем озимые колосовые или их смеси с бобовыми, освобождают поля, что позволяет раньше высевать наиболее требовательные к ранним срокам посева культуры. В севообороте с этими культурами не развивается ветровая эрозия, так как почва в момент ее проявления на всех полях покрыта мощным растительным покровом. А вот в республике Беларусь основную площадь промежуточных посевов (300 тыс. га) занимает озимая рожь. Для южных и центральных районов этого государства значительную ценность представляют озимые рапс и сурепица. В опытах суммарный урожай сухого вещества промежуточной озимой ржи и культур основного посева составлял 75,6-95,1 ц/га. Оптимальные сочетания промежуточных и вторых культур, при которых обеспечивался максимальный сбор корма с гектара – сочетание рапсовой и горчишно-ржаной смесей, а также ржи с кормовым люпином и кукурузой. За счет повышения урожайности и расширения посевов промежуточных культур в десять раз увеличился валовый сбор кормовых единиц, а чистый доход с га возрастает до 30 %. Поукосные культуры высевают после основной на зеленый корм, семена и т. д. в зависимости от зоны возделывания с начала мая до середины июня. Рост и развитие их осуществляется при благо-

приятном тепловом и световом режиме. Анализ многих работ показывает, что под укосные посевы в основном рекомендуют вспашку, после которой почва становится неустойчивой ко всем видам эрозии.

Во всех опытах, где вели работы, с поукосными культурами было установлено, что лучшим способом подготовки почвы под поукосные посевы была обработка почвы плоскорезом на глубину 20-22 см. В результате, по этому варианту получен самый высокий урожай зеленой массы кукурузы и горохо-подсолнечниковой смеси. Урожай этих культур превышал контроль (вспашка 20-22 см) соответственно на 59-234 и 132-250 ц/га. Что касается обработки плоскорезом на глубину 20-22 см, то в этом случае обеспечивается лучшее поглощение воды и рациональное ее расходование, снижение опасности ирригационной и ливневой эрозии [8]. Для скорейшего покрытия почвы растениями обычно применяли пахотно-посевной агрегат (совмещена обработка почвы и посев). Применение его в условиях орошения естественно сократило сроки сева на 5-8 дней, благодаря чему получена в среднем за 5 лет прибавка урожая зеленой массы в поукосных посевах смеси гороха с подсолнечником 30,7 ц/га, кукурузы – 33 ц/га. Применение комбинированного агрегата позволяет сократить до минимума сроки посева поукосных культур и быстрее создать растительный покров, который надежно будет защищать почву от ливневого стока. Эффективны поукосные посевы и в Ферганской долине, и в других зонах и республиках нашей страны.

В последнее время установлена целесообразность применения поукосных и пожнивных посевов гречихи, особенно при использовании скороспелых сортов. Поукосные посевы лучше проводить не позднее середины июня. Предельный срок пожнивного посева гречихи – 20 июля. Почву для этих посевов лучше обрабатывать поверхностно это дает выигрыш во времени и снижает опасность проявления водной эрозии. На супесчаных почвах юго-западной части нечерноземного центра (Брянская область) возделывают белую горчицу, озимый рапс, масличную редьку. При посеве в первой половине августа как пожнивны культуры они дают 140-180 ц/га зеленой массы. Высевают сразу после уборки озимых культур. Включение пожнивных культур в севооборотное звено повышает выход кормовых единиц с гектара в среднем на 57,5 % при использовании на зеленый корм и на 48,5 % при запашке на зеленое удобрение. Считается, что пожнивны посевы выгодны лишь в случаях, если гарантировано получение продукции свыше 10 т/га зеленой или 20-25 ц/га сухой надземной массы. Под пожнивны культуры, как и для поукосных, важен выбор способа обработки почвы. Лучшим способом обработки признана вспашка на глубину 16-18 см.

Библиографический список

1. Черкасов Г.Н., Сосов Н.А. Приемы создания высокоурожайных сенокосов на залежных землях склонов в центральном Черноземье Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 5. – С. 13-15.
2. Долгополова Биологическая система земледелия и воспроизводство плодородия почвы в лесостепи центрального Черноземья // Долгополова Н.В. Региональный вестник. – 2016. – № 2 (3). – С. 29-32.

3. Черкасов Г.Н. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – средство управления режимами функционирования агроландшафтов. Черкасов Г.Н. В сборнике: Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа оптимизации агроландшафтов Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 3-7.
4. Дудкин И.В. Основные положения и порядок проектирования современных систем управления сорным компонентом полевых растительных сообществ // Дудкин И.В. В сборнике: Наука в современном мире: приоритеты развития Материалы II Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 42-46.
5. Долгополова Н.В. Изменение запаса органического вещества чернозема типичного в зависимости от вида, эродированности и местоположения угодий // Долгополова Н.В., Широких Е.В. Региональный вестник. – 2015. – № 1. – С. 27-30.
6. Мельникова О.В., Ториков В.Е. Урожайность зерна и зеленой массы смешанных посевов зернобобовых культур // Мельникова О.В., Ториков В.Е. В сборнике: Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта Международная научная экологическая конференция. Под ред. И.С. Белюченко. – 2016. – С. 117-121.
7. Черкасов Г.Н. Акименко А.С. Основы модернизации севооборотов и формирования их систем в соответствии со специализацией хозяйств центрального Черноземья // Черкасов Г.Н., Акименко А.С. Земледелие. – 2017. – № 4. – С. 3-5.
8. Чуян Н.А. Регулирование плодородия чернозема типичного при использовании побочной продукции в условиях лесостепи ЦЧЗ // Чуян Н.А. автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. Курск, 2010

УДК 631.582: 631.452

ВВЕДЕНИЕ В СЕВООБОРОТ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Дудкина Т.А.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск

E-mail: dt5dt@mail.ru

Аннотация. Указывается, что одним из путей сохранения почвенного плодородия является возделывание сидеральных культур. Существуют два пути использования культур на зелёное удобрение: в промежуточных посевах и в паровом поле. На сидеральные цели выращивают преимущественно бобовые растения: эспарцет, рапс, горох, донник и др. Сидераты положительно влияют на содержание в почве гумуса, питательных веществ, биологическую активность почвы, урожайность культур севооборота.

Ключевые слова: севооборот, плодородие почвы, сидеральные культуры, гумус, биологические свойства почвы

Роль севооборота в современном земледелии многообразна. Прежде всего следует сказать о большом влиянии этого фактора на урожайность сельскохозяйственных культур. Анализ влияния природных и антропогенных факторов на продуктивность озимой пшеницы, выполненный в Курском НИИ агропромышленного производства [1] показал, что изменения её урожайности в опыте на 46,5 % обусловлены воздействием сложившихся погодных условий, на 16,3 % - влиянием минеральных удобрений и на 15,1 % связано с возделыванием её по различным предшественникам.

Одной из наиболее важных сторон применения севооборотов является за-

медление или прекращение процессов деградации почв, сохранение и улучшение их плодородия. Исследования, проведенные в Курской области Сухановским Ю.П., Прущик А.В., Санжаровой С.И. [2] свидетельствуют о сокращении почвенных ресурсов чернозёмных и серых лесных почв, как в количественном, так и в качественном отношении. Выполненный долгосрочный прогноз показывает, что при существующем землепользовании можно лишь замедлить их сокращение. Авторы также указывают на необходимость государственной стратегии рационального использования почвенных ресурсов.

В решении задачи сохранения почвенного плодородия положительным фактором может являться введение в севооборот сидеральных культур.

В условиях Центрального Черноземья культурные растения на сидеральные цели могут выращиваться в паровых полях и в качестве промежуточных культур. Возделывание сидеральных культур в промежуточных посевах в Центрально-Черноземном регионе находится в большой зависимости от погодных условий и не всегда бывает успешным.

Ещё в конце прошлого века в составе основных направлений корректировки структуры использования пашни отмечалась необходимость замены части площадей чистого пара сидеральным [3]. Этот вопрос не потерял свою актуальность и в настоящее время.

В созданной логико-графической модели системы экологически возобновляемого земледелия [4] одним из блоков является использование сидератов. Этот блок входит в группу альтернативных видов вносимой органики и логически связан с блоками обеспечения потребностей микрофауны в органике и восполнения органической массы в гумусовом слое почвы.

Количество и качество поступающего органического вещества при сидерации зависит от культуры, используемой на сидерат [5]. Эспарцет имел меньшую урожайность зелёной массы – 21,8 т/га, по сравнению с рапсом – 26,7 т/га, но её качественный состав был лучше. При запашке эспарцета в почву поступило 81,1 кг/га азота, 8,2 кг/га фосфора и 45,4 кг/га калия, рапса соответственно – 37,2; 7,0; 50,2 кг/га. В почву запахано растительной массы сухого вещества эспарцета – 5,7 т/га, рапса – 5,8 т/га. Было установлено, что сидеральный пар по содержанию питательных элементов превосходит непаровые бобовые предшественники.

Дедов А.В. и Несмеянова М.А. [6] отмечают, что при замене чистого пара на сидеральный и насыщении севооборота пропашными культурами до 28 % содержание гумуса, определенного через 11 лет после начала исследований, увеличилось на органо-минеральном фоне на 0,15 %, а на фоне внесения органических удобрений – на 0,09 %.

Согласно материалам исследований Рыбалкина Б.А. [7], в звене севооборота с чёрным паром происходила деградация почвенного плодородия, в то время как в звене с сидеральным паром отмечалось простое воспроизводство плодородия.

На чернозёме типичном в Тамбовской области [8] использование в звене свекловичного севооборота сидерального пара с внесением $N_{30}P_{30}K_{30}$ положи-

тельно повлияло на изменение содержания гумуса в почве (+0,060 % за год). Урожайность озимой пшеницы и сахарной свёклы в звене с сидеральным (горчичным) паром на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ была самой высокой в опыте. Улучшалось качество продукции, повышались экономическая и биоэнергетическая эффективность.

Опыты с сидеральными культурами были проведены в Курской ГСХА [9, 10]. Полученные данные показали, что возделывание озимой пшеницы после сидеральных паров, без дополнительного внесения элементов минерального питания, обеспечило прибавку, по сравнению с чистым паром (без удобрений), 0,21-0,36 т/га.

Наши исследования [11], также проведенные в Курской области на черноземе типичном тяжелосуглинистом среднемощном показали, что введение в севооборот сидерального пара улучшает биологические свойства почвы под следующей за ним озимой пшеницей. Из почвы под этой культурой при возделывании по сидеральному пару выделялось 42,8 мг CO_2 на 1 кг абсолютно сухой почвы, а по чёрному и занятому парам соответственно на 1,6 и 2,1 мг меньше. Активность ферментов азотного обмена в почве под озимой пшеницей, идущей по сидеральному пару, оказалась в 1,2 раза выше, чем в почве под этой культурой по чёрному и занятому парам.

В монографии Дудкина В.М. «Севообороты в современном земледелии России» [12] указывается, что в качестве сидератов используются различные растения, чаще всего бобовые. Это связано с тем, что из всех возделываемых культур только они создают активный баланс азота в почве. В качестве пожнивных культур на зелёное удобрение эффективны горох, донник однолетний, чина посевная. Перспективной культурой является пажитник. Урожайность зелёной массы у него несколько меньше, чем у гороха, но по удобрительному эффекту пажитник его превосходит.

В опытах в Курской области [13] горох в качестве сидерата оказался эффективнее люпина. По количеству сухой надземной биомассы (73,3 ц/га) он в среднем за три года почти в два раза превысил традиционно применяемый для этих целей люпин (38,2 ц/га) и приблизился к нему по количеству сухой биомассы корней (у гороха – 39,6, у люпина – 40 ц/га).

Другим направлением применения зелёных удобрений является использование на сидерат промежуточных культур. Лошаков В.Г [14], отмечая в своей работе положительную роль плодосмена, на основании проведённых полевых опытов отмечает, что плодосменный севооборот и поживной сидерат близки по положительному влиянию на биологические показатели плодородия почвы.

Согласно многолетним исследованиям этого автора, поживная сидерация оказывала положительное влияние не только биологические, но и на агрофизические, агрохимические показатели плодородия почвы, водный режим, фитосанитарное состояние посевов [15].

В опытах Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию [16] запашка поживных культур на зелёное удобрение способствовала повы-

шению биологической активности почвы, но не приводила к увеличению содержания гумуса в почве из-за неблагоприятного для гумусообразования соотношения углерода и азота.

Как показывают результаты полевых экспериментов Воронежского ГАУ [17], пожнивные зелёные удобрения целесообразно использовать совместно с соломой, оставляя её на полях, удалённых от ферм. Этот приём обеспечивает получение устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, снижение отрицательного влияния погодных условий и экономию денежных и энергетических затрат на транспортировку и внесение навоза. Установлено, что совместное внесение поживного сидерата, минеральных удобрений и соломы повышало урожайность свёклы на 1,7 – 10 т/га, а следующего за ней ячменя – на 0,4 – 1,39 т/га. Авторами подчёркивается роль зелёных удобрений, как фактора устойчивости агроландшафта.

Таким образом, введение в севооборот сидеральных культур оказывает многостороннее положительное влияние на свойства почвы и состояние посевов сельскохозяйственных культур, а также является стабилизирующим фактором в агроландшафте.

Библиографический список

1. Айдиев А.Ю. Роль севооборота в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур и устойчивости функционирования агроэкосистем в многолетней динамике // Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии (к 70-летию со дня рождения академика А.П. Щербакова) / Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции (13-15 сентября 2011 г., г. Курск). – Курск: ГНУ ВНИИ-ЗиЗПЭ РАСХН, 2011. – С.59-62.
2. Сухановский Ю.П., Прущик А.В., Санжарова С.И. Оценка и динамика ресурсов чернозёмов и серых лесных почв сельскохозяйственных угодий Курской области // Вестник Курской сельскохозяйственной академии. – 2013. – №6. – С.58-59.
3. Система управления плодородием почв в Центрально-Чернозёмной зоне / Каштанов А.Н., Дудкин В.М., Дудкин И.В. и др. – Курск: Изд-во КГСХА, 1996. – 136 с.
4. Концепция формирования гибких агротехнологий в ландшафтном земледелии / Каштанов А.Н., Дудкин В.М., Дудкин И.В. и др. – Курск, 1998. – 44 с.
5. Схемы чередования сельскохозяйственных культур в биологизированных севооборотах Центрального Черноземья / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова, Е.А. Балюнова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №12-3(66). – С.147-150.
6. Дедов А.В., Несмеянова М.А. Влияние многолетних трав на плодородие почв // Агрохимический вестник. – 2012. – №4. – С.7-9.
7. Рыбалкин Б.А. Влияние элементов системы земледелия на воспроизводство плодородия почвы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2008. – №3-4(18-19). – С.7-9.
8. Скорочкин Ю.А. Эффективность использования сидерального пара и соломы в звене свекловичного севооборота // Земледелие. – 2007. – №6. – С.22-23.
9. Нескородов В.В., Куркин А.М. Сидеральные пары – важный источник плодородия почвы // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – №12. – С.25-26.
10. Долгополова Н.В. Влияние сидеральных культур на урожайность яровой пшеницы в Центральном Черноземье // Региональный вестник. – 2017. – №4(9). – С. 2-4.
11. Дудкина Т.А., Дудкин И.В. Роль севооборота и удобрений в формировании биологических свойств почвы // Земледелие. – 2006. – №2. – С.12-13.

12. Дудкин В.М. Севообороты в современном земледелии России. – Курск: Изд-во КГСХА, 1997. – 155 с.
13. Сидеральный пар в лесостепи Центрального Черноземья / В.М. Дудкин, А.С. Акименко, И.В. Дудкин, Ю.М. Мещерин // Земледелие. – 1998. – №4. – С.20-21.
14. Лошаков В.Г. Севооборот – основополагающее звено современных систем земледелия // Вестник РАСХН. – 2006. – №5. – С.23-26.
15. Лошаков В.Г. Специализированные зерновые севообороты и промежуточные культуры в центральных областях Нечерноземной зоны РСФСР // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1984. – №1. – С.33-36.
16. Никончик П.И. Севооборот и воспроизводство плодородия почвы. Результаты 30-летнего стационарного опыта // Известия ТСХА. – 2012. – Вып.3 – С.88-98.
17. Коржов С.И., Трофимова Т.А., Маслов В.А. Зелёные удобрения как фактор устойчивости агроландшафта // Вестник Воронежского государственного университета. – 2010. – №4 (27). – С.8-10.

УДК630*266:631.432.3

ВОЗДЕЙСТВИЕ МУЛЬЧИРОВАНИЯ СОЛОМОЙ НА ПОЧВУ В МОЛОДЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ

Зарудная Т.Я.

ФГБНУ «Курский ФАНЦ», Курск

Резюме. В статье представлены результаты воздействия мульчирования почвы соломой в междурядьях молодых лесных полос на деятельность микро- и макроорганизмов (особенно беспозвоночных). В результате их деятельности повышение водопроницаемости почвы в период весеннего снеготаяния.

Ключевые слова: эрозия почвы, мульчирование, дождевые черви, водопроницаемость почвы

Summary. The article presents the effects of soil mulching with straw in the inter-rows of young forest bands on the activities of micro- and macro-organisms (especially invertebrates). As a result of their activities, soil infiltration capacity during spring snow melting is increased.

Keywords: soil erosion, soil mulching, earthworms, soil infiltration capacity

В связи с нарастающей интенсификацией сельскохозяйственного производства обостряется проблема защиты почв от эрозии. В комплексе противоэрозионных мероприятий одно из основных мест отводится лесным насаждениям, которое, являясь мощной растительной группировкой, оказывают сильное влияние на условия место произрастания и прилегающее пространство. Важной функцией лесных полос являются перехват и поглощение поверхностного стока. Известно, что во взрослых лесных полосах водопоглощение составляет в среднем 300-400 мм талой воды. Это соответствует сокращению слоя тока примерно на 5-300 мм со склонов длиной 150-200 м.

Молодые лесные насаждения посажены на эродированных почвах имеют слабую оструктуренность и водопрочность и как следствие низкую водопроницаемость. В силу этого возникает потребность в повышении водопоглощения в молодых лесных полосах. Одним из таких средств являются создание на поверхности почвы мульчи, выполняющей роль лесной подстилки – важнейшего фактора, определяющего водопроницаемость почвы. Под постилкой почва меньше промерзает, лучше сохраняет влагу, что способствует активизации

деятельности микро- и макроорганизмов (особенно беспозвоночных). В результате почва обогащается гумусом, в ней образуется густая сеть некапиллярных пустот – ходов червей и насекомых. В конечном итоге под подстилкой формируется оструктуренная высокопроницаемая почва.

Разложению органического опада (в том числе и мульчи) наряду с микро-организмами способствовали беспозвоночные животные (главным образом, дождевые черви) и членистоногие. О количестве червей и их жизнедеятельности можно судить по количеству червоточин.

Из данных таблицы 1 следует, что наименьшее количество червоточин наблюдалось на черном пару, расположенном в межполосном поле (вне пределов лесополосы). В лесной полосе на контрольной делянке количество ходов на поверхности почвы было в 7,7 раза больше, чем в поле, на делянке с люпином – в 8,5 раза, а на делянке с мульчей – в 20 раз больше. На глубине 15-20 см количество червоточин в лесной полосе соответственно было в 7, 10 и 9 раз больше, чем в поле.

Таблица 1 – Количество ходов беспозвоночных на 1 м²

Глубина, см	Мульчирование	Посев люпина	Контроль (лесополоса)	Черный пар (поле)
2-3	324	136	124	16
15-20	168	124	84	12

Повышенное количество червоточин на делянках с мульчей объясняется более ранним появлением на поверхности почвы свежего органического субстрата, лучшим сохранением влаги под защитой мульчи и умеренной температурой почвы. Первые классические исследования жизнедеятельности червей провел Ч. Дарвин. Ч. Дарвин подсчитал, что при наличии 12-15 червей на 1 м² поверхности они перерабатывают до 20 т почвы на 1 га в год. В условиях Курской области М.М. Ломакин (1980) в лесу находил 155 дождевых червей на 1 м².

В верхнем, главным образом пахотном слое почвы, преобладают горизонтальные ходы червей, а в нижних слоях – вертикальные. Стенки последних хорошо сцементированы гумусом, уплотнены, не поддаются разрушению водой (М.М. Ломакин, 1980). Таким образом, черви способствуют образованию в почве устойчивых некапиллярных пустот – важнейшего фактора водопроницаемости, что подтверждается материалами исследований.

В таблице 2 приведены данные по водопроницаемости почвы в период весеннего снеготаяния. Из этих данных видно, что в период весеннего снеготаяния почва обладала довольно высокой водопроницаемостью. Промерзание почвы было сравнительно небольшим. На контроле оно достигало 20 см, на вариантах с мульчей – 10-12 см. Промерзание почвы было наибольшим в результате чего не все свободные поры были заполнены льдом.

Таблица 2 – Скорость впитывания воды в мерзлую почву, мм/мин

Вариант	1-й час							2-й час			3-й час		
	10	10	10	10	10	10	сред.	30	30	сред.	30	30	сред.
Контроль	1,9	1,7	1,3	0,7	0,7	0,7	1,2	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4
Мульча	3,1	3,1	2,8	2,7	2,7	2,3	2,8	2,0	1,4	1,7	1,8	-	-

На контроле за первые 10 минут наблюдений интенсивность фильтрации достигала 1,9 мм/мин. За первый час наблюдений средняя интенсивность фильтрации составляла 1,2 мм/мин, а за 3-й час – 0,4 мм/мин. На делянке с мульчей интенсивность фильтрации в начале налива цилиндров (рам) достигала 3,1 мм/мин, в течение 3-х часов наблюдений она постепенно понизилась до 1,7-1,8 мм/мин, превосходя фильтрацию на контроле более чем в 4 раза.

Применение мульчирования почвы в молодых лесных полосах обеспечивает повышение водопоглощения до уровня взрослых насаждений.

Библиографический список

1. Троц В.Б. Агроэкологическое влияние полезащитных лесных полос // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (60). – С.189-192.
2. Сурмач Г.П. Водорегулирующая противоэрозионная роль насаждений. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 111 с.
3. Ломакин М.М. Дождевые черви как противоэрозионный фактор // Научно-технический бюллетень ВНИИЗиЗПЭ (Курск). – 1980. – № 3(26). – С.63-67.

УДК: 634.8.03:[631.53.03:631.811.98]

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА СТЕПЕНЬ РАЗВИТИЯ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ВЕГЕТИРУЮЩИХ САЖЕНЦЕВ ВИНОГРАДА

Зотиков А.Ю.¹, Якубовская А.И.²

¹Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», РФ, Республика Крым, г. Симферополь

E-mail: urjevich@list.ru

²ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», РФ, Республика Крым, г. Симферополь

E-mail: yakubovskaya_alla@mail.ru

Резюме. В статье приводятся результаты трехлетних исследований по изучению влияния двух новых микробных комплексов на основе биопрепаратов с разной функциональной направленностью на степень развития корневой системы вегетирующих саженцев винограда. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что применение исследуемых стимуляторов оказывает положительное влияние на основные показатели роста и развития корневой системы вегетирующих саженцев винограда.

Ключевые слова: микробные комплексы, стимуляторы корнеобразования, вегетирующие саженцы винограда.

Summary: The article presents the results of three-year studies of the influence of two new microbial complexes based on biological preparations of different functional orientation on the degree of development of the root system of vegetative planting material of grapes. The analysis of the obtained data allows us to conclude that the use of the studied stimulants has a positive effect on the main indicators of growth and development of the root system of the vegetating planting material of grapes.

Key words: microbial complexes, rhizogenesis stimulators, vegetating grape landing material.

Введение. Одной из главных задач отрасли виноградарства на сегодняшний день является восстановление и последующее развитие отечественной питомниководческой базы. Особую актуальность эта задача приобретает в условиях импортозамещения.

На всех этапах развития виноградного питомниководства не оставлялись попытки увеличения выхода высококачественного посадочного материала за счет применения различных ростостимулирующих препаратов, призванных дополнять естественную способность виноградного растения к регенерации при вегетативном размножении. Как правило, в качестве стимуляторов применяются химические вещества. Но на современном этапе развития сельскохозяйственной микробиологии получены и успешно применяются в растениеводстве биологические аналоги на основе микробного синтеза. На данный момент, в виноградном питомниководстве недостаточно изучена симбиотическая взаимосвязь «растение – бактерия».

Методика. Для проведения опыта использовались стандартные первосортные привитые черенки винограда (подвой – Берландиери х Рипариа Кобер 5ББ, привой – Аркадия), обработанные микробными комплексами биопрепаратов (МКБ-1 и МКБ-2) и традиционным стимулятором корнеобразования гетероауксином в концентрации 0,02 % [1].

После стратификации и световой закалки, первосортные привитые черенки были высажены в перфорированные в нижней части полиэтиленовые пакеты, заполненные питательной смесью. Питательная смесь состояла из равных по объему частей дерновой земли и перегноя. Выгонка вегетирующих саженцев винограда осуществлялась в культивационном сооружении траншейного типа с системой туманообразования. Продолжительность выгонки составляла 45 суток. Проводился учет количества саженцев с 3-мя и более корнями, учет среднего числа корней на одном саженце, учет числа пяточных корней по толщине: до 1 мм, от 1 до 2 мм и более 2 мм.

Статистическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа [2].

Комплекс микробных препаратов МКБ-1 включает в себя препараты Диазофит, Фосфоэнтерин и Биополицид, а МКБ-2 – Фосфоэнтерин, Биополицид, Аурилл и Азотобактерин [3, 4, 5]. Базовая смесь данных препаратов разводилась водой в пропорции 1:10 и 1:100.

Результаты. Применение исследуемых стимуляторов оказало влияние и на основные показатели роста и развития корневой системы вегетирующих саженцев винограда (таблица 1).

Больше корней на одном саженце, данной сорто-подвойной комбинации было в варианте с гетероауксином, в вариантах с обработкой микробными комплексами этот показатель был сопоставим с контролем. Показатель массы корневой системы, одного саженца, статистически был во всех вариантах одинаков, при этом, в вариантах с исследуемыми микробными комплексами, имеет место прямопропорциональная зависимость увеличения данного показателя от увеличения концентрации.

Число корней толще 2 мм во всех вариантах опыта превышало 3, что в свою очередь положительно характеризует исследуемые стимуляторы относительно данного качественного показателя, согласно требованиям действующего стандарта [6].

Таблица 1 – Развитие корневой системы вегетирующих саженцев винограда (привой Аркадия, подвой Берландиери х Рипария Кобер 5ББ, среднее значение за 2017-2019 гг.)

Вариант	Количество корней, шт				Длина корней, см	Масса корней (абсолютно сухой вес), г
	Всего	Диаметр корней				
		< 1 мм	1-2 мм	> 2 мм		
Контроль (без обработки)	20,5	15,0	2,0	3,5	242,0	0,28
2. 0,02 % р-р гетероауксина	42,3	30,0	7,5	4,8	324,8	0,25
3. МКБ-1 конц. 1:10	23,8	9,0	10,8	4,0	201,0	0,36
4. МКБ-1 конц. 1:100	26,3	13,7	7,3	5,3	188,9	0,19
5. МКБ-2 конц. 1:10	24,0	14,0	5,0	5,0	165,7	0,41
6. МКБ-2 конц. 1:100	28,3	15,8	7,0	5,5	182,6	0,27
НСР ₀₅	6,4	8,4	1,5	1,9	48,3	Fф < F ₀₅

Полученные данные свидетельствуют о влиянии стимуляторов на структуру (соотношение корней разного диаметра) корневой системы (таблица 2).

Таблица 2 – Структура корневой системы вегетирующих саженцев винограда (привой Аркадия, подвой Берландиери х Рипария Кобер 5ББ, среднее значение за 2017-2019 гг.)

Вариант	Структура корневой системы, %			
	Всего	Диаметр корней		
		< 1 мм	1-2 мм	> 2 мм
Контроль (без обработки)	100,0	73,2	9,8	17,1
2. 0,02 % р-р гетероауксина	100,0	70,9	17,7	11,3
3. МКБ-1 конц. 1:10	100,0	37,8	45,4	16,8
4. МКБ-1 конц. 1:100	100,0	52,1	27,8	20,2
5. МКБ-2 конц. 1:10	100,0	58,3	20,8	20,8
6. МКБ-2 конц. 1:100	100,0	55,8	24,7	19,4

Действие исследуемых микробных комплексов способствует снижению доли корней диаметром до 1 мм, за счет увеличения доли корней толщиной от 1 до 2 мм и имеет место тенденция к увеличению количество корней тоще 2 мм. Таким образом, симбиотическое влияние выражается в изменении структуры корневой системы, в сторону утолщения ее структурных элементов.

Вывод. Применение исследуемых микробных комплексов способствует получению стандартных вегетирующих саженцев. Кроме этого, они способны повышать массу корней, за счет деформации структуры корневой системы, путем увеличения количества корней толщиной от 1 до 2 мм.

Библиографический список

1. Подгорный, Е.Г. Эффективность предстратификационной обработки винограда гетероауксином / Е.Г. Подгорный, В.А. Богданов, Л.И. Бессараб. – СВ и ВМ, 1985. – № 2. – С.

31-34.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Иванченко В.И., Якубовская А.И., Зотиков А.Ю. Влияние микробных препаратов на ризогенез подвойного сорта винограда Берландиери х Рипариа Кобер Б.Б. // Магараж. Виноградарство и виноделие. – 2019. – Т. 48. – С. 28-29.
4. Клименко О.Е., Клименко Н.И., Каменева И.А. Воздействие микробных препаратов на рост и развитие плодовых саженцев // Генетическая интеграция прокариот и эукариот: фундаментальные исследования и современные агротехнологии. Тр. междунар. конф. НЦРАН. – СПб., 2015. – С. 79.
5. Мельничук Т.Н., Пархоменко Т.Ю., Лолойко А.А., Каменева И.А. Биохимические аспекты взаимодействия ризобактерий и растений [Электронный ресурс] // universum. Химия и биология: электрон. науч. журн. 2014. № 7. Режим доступа: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/1429>
6. ГОСТ Р 53050–2008 «Материал для размножения винограда (черенки, побеги). Технические условия». – Введ. С 2008-17-12 впервые. – М.: Стандартинформ. – 8 с.

УДК 631.17

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Каличкин В.К.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий

Российской академии наук,

р.п. Краснообск, Новосибирская обл.

E-mail: kvk@ngs.ru

Резюме. Рассмотрены некоторые проблемы проектирования и реализации агротехнологий, в том числе с использованием достижений инженерии знаний. При разработке программного обеспечения для агрономических задач предложено использовать метод управления динамическими объектами с применением прогнозирующих моделей – Model Predictive Control (MPC).

Ключевые слова: агротехнологии, неопределенность, информационные технологии.

Summary. Some problems of the design and implementation of agricultural technologies, including using the achievements of knowledge engineering, are considered. The method of controlling dynamic objects using predictive models – Model Predictive Control (MPC) in the developing software for ergonomic tasks is offered.

Key words: agricultural technology, uncertainty, information technology.

Агрономия по-прежнему остается во многом описательной наукой. Несмотря на успехи в математическом моделировании продукционного процесса растений, использование этих достижений на практике для выбора рациональных решений оказалось невозможным. Объясняется это тем, что объем агрономических знаний велик, а условия их реализации существенно разнятся, и специалисту, занятому непосредственно в производстве, трудно полностью оценить их и, следовательно, выработать приемлемую «линию поведения» в зависимости от текущей и прогнозируемой обстановки. Проектирование и реализация агротехнологии определенной культуры и сорта на конкретном по-

ле с его геоморфологическими, почвенными, гидрологическими и другими природными особенностями является на самом деле объективно сложной задачей. Решение данной задачи осложняется еще и отсутствием прогноза погоды на длительный период.

При проектировании агротехнологий следует учитывать (принять) один из двух основополагающих методологических принципов.

Первый – детерминированный. Если оставаться на позициях строгого детерминизма, то следует признать, что при разработке и реализации той или иной агротехнологии найдены все взаимосвязи, ответственные за протекание процессов. В этом случае контроль и управление сведутся к тому, чтобы поддерживать все переменные на некотором фиксированном уровне или в некотором узком интервале. Однако это сделать очень сложно или практически невозможно по той причине, что в процессе выращивания растений необходимо учитывать большое разнообразие факторов и условий различной природы.

Второй – вероятностный. В этом случае задача управления сводится к адаптационной оптимизации – приспособлению к изменяющимся условиям во времени и в пространстве. Из этого следует, что при реализации агротехнологий должен проводиться перманентный эксперимент, дающий информацию о непрерывно и неконтролируемо изменяющихся условиях. А это, в свою очередь означает, что агроном-технолог должен давать не только продукцию, но и «добывать» информацию для адаптационного управления. Поскольку агротехнологии реализуются в слабо регулируемых, либо вообще не регулируемых условиях и факторах внешней среды (природы), второй подход оказывается предпочтительнее.

На этом проблемы не заканчиваются. Так, одна из проблем заключается в том, что любой объект, а агротехнологии можно считать объектом, обладает бесконечным набором свойств и характеристик. Учет их всех делает решение задачи невыполнимым. «Научный метод» обходит эту проблему допущением, что многие свойства объекта не влияют или слабо влияют на рассматриваемую задачу и их можно не принимать во внимание. Поэтому классический «научный метод» никогда не рассматривает напрямую изучаемый объект, а всегда имеет дело с некоторым его упрощенным отражением в сознании человека. Это упрощение иначе называется моделью, в которой и оговаривается тот набор свойств объекта, который будет учтен в дальнейшем.

Вторая проблема заключается в том, что согласно нобелевскому лауреату Д. Канеману [1], люди, как правило, не просчитывают варианты, а принимают решения в соответствии со своими представлениями. Это значит, что неспособность людей к полноценному и адекватному анализу приводит к тому, что в условиях неопределенности, они в большей степени полагаются на случайный выбор. Вероятность наступления того или иного события оценивается исходя из «личного опыта», т.е. на основе субъективной информации и предпочтений (эвристик). Это положение в значительной степени относится к проектированию и реализации агротехнологий агрономами-технологами,отягощенными к тому же в той или иной степени всевозможными «мемами».

Существует мнение о том, что неопределенность является фундаментальным свойством природы. Д. Канеман с соавторами [2] определяет неопределенность как неполноту или недостоверность информации об условиях реализации решения, наличие фактора случайности или противодействия. Подчеркивается, что неопределенность – это факт, с которым все формы жизни вынуждены бороться, то есть на всех уровнях биологических процессов существует неопределенность относительно возможных последствий событий и действий. Следует признать, что природа явлений в окружающем нас мире находится не столько в привычной декартовой системе координат, сколько в более сложном информационном пространстве, характеризующемся разнообразием, сложностью и неопределенностью.

Принятие решения в условиях неопределенности означает выбор варианта решения, когда одно или несколько действий имеют своим следствием множество частных исходов, но их вероятности плохо известны или не имеют смысла.

Сущность агротехнологий состоит в их дуалистичности: с одной стороны – это статическая категория, с другой – динамическая. В настоящее время в проектировании агротехнологий (составлении технологических карт) используются статические подходы, ориентированные на среднестатистическую изменчивость ресурсов. В дополнение к первому подходу целесообразно применять динамический, когда при реализации агротехнологий ведется мониторинг, дающий информацию о непрерывно изменяющихся условиях. Второй аспект более важен, поскольку через него реализуется истинное содержание агротехнологий. Следует также добавить, что ключевым словом в различных определениях понятия «технология» является «процесс» [3].

Следует заметить, что в России осуществляются попытки применить информационные технологии, в том числе методы инженерии знаний для создания систем поддержки принятия решений (СППР) в агрономии. Так, во ВНИИЗиЗПЭ создана компьютерная программа выбора типа агротехнологии из регистра технологий [4], а также программа, способная проектировать механизированные агротехнологии и оценивать их эффективность [5]. В КубГАУ с помощью СК-анализа в системе «Эйдос» могут прогнозировать хозяйственные результаты применения агротехнологий, а также осуществлять выбор сортов зерновых культур и рациональные агротехнологии для их выращивания [6,7]. Проводятся исследования по формированию баз данных и применению систем управления базами данных [8-10]. Работы по созданию СППР в растениеводстве (земледелии) активно ведутся в Агрофизическом научно-исследовательском институте (АФИ, г. Санкт-Петербург). Здесь накоплен определенный опыт создания и эксплуатации с помощью ЭВМ систем поддержки агротехнологий [11,12]. Это далеко не полный перечень исследований по созданию СППР.

В то же время в отечественных исследованиях по автоматизированному (компьютерному) выбору агротехнологий в основном преобладает хотя и вероятностный, но статический подход. Об оперативном управлении агроприе-

мами в этих работах не упоминается, а значит, фактически осуществляется лишь частичная адаптация (на основе учета среднестатистической изменчивости ресурсов) [8,13-16]. Кроме того, эти решения в своей основе имеют регрессионные модели. Такие модели строятся непосредственно по данным наблюдений и экспериментов и позволяют решать задачи поддержки принятия решений путем интерполяции. Интерполяция в силу сложности и неопределенности среды и объектов имеет крайне ограниченное значение.

Так что же делать? Как помочь агроному-технологу уменьшить вероятность ошибочных решений при проектировании агротехнологий под конкретные культуры – поле – год в условиях неопределенности?

Следует признать, что задачу планирования агротехнологий пока успешно удастся решать (во многом интуитивно) только опытным агрономам с большим стажем работы. Не секрет, что кадровое обеспечение сельского хозяйства, оставляет желать лучшего и опытных специалистов явно не хватает.

В этой ситуации задача аграрной науки заключается в создании действенного инструментария, причем достаточно простого в применении, основанного на достижениях информационных технологий. В основе такого инструментария (программного обеспечения) на наш взгляд может быть использован метод управления динамическими объектами с применением прогнозирующих моделей – Model Predictive Control (MPC) [17], который в настоящее время является наиболее передовым методом управления технологическими процессами. MPC позволяет достигать высокоточных операций управления с умеренной сложностью, а также оптимизировать процесс в ограниченном временном интервале, что повышает точность. Заметим, что развитие идей управления с прогнозированием (предиктивностью) происходит в направлении использования нелинейных моделей, обеспечения устойчивости по Ляпунову контролируемых действий, придания робастных свойств замкнутой системе управления, применения современных оптимизационных методов в реальном масштабе времени и др. Несмотря на то, что MPC является методом управления технологическим процессом, возникшим в промышленности, он также подойдет для применения в сельском хозяйстве, поскольку может эффективно работать с нелинейными системами и активно используется нашими западными коллегами [18].

Для целей моделирования применяется пакет прикладных программ Model Predictive Control Toolbox (MPC Tools), который представляет собой набор инструментальных средств исследования и проектирования алгоритмов управления на основе предсказаний динамики их поведения.

Библиографический список

1. Канеман Д. Думай медленно... Решай быстро. – М.: АСТ, 2013. – 656 с.
2. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения. – Харьков: Изд-во ИПП «Гуманитарный Центр», 2005. – 632 с.
3. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. – 4-е изд., доп. – М.: ООО «А ТЕМП», 2006. 944 с.
4. Гостев А.В. Автоматизированные программы выбора технологии возделывания зерновых культур в ЦЧР // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 8-11.
5. Гуреев И.И., Руднев Н.И. Автоматизация проектирования механизированных агротех-

- нологий в адаптивно-ландшафтном земледелии // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 13-15.
6. Луценко Е.В., Лойко В.И., Великанова Л.О. Прогнозирование урожайности зерновых колосовых и поддержка принятия решений по рациональному выбору агротехнологий с применением СК-анализа // Научный журнал КубГАУ. – 2008. – №38(4). – С. 1-26.
7. Горпинченко К.Н., Луценко Е.В. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере СК-анализа). – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 168 с.
8. Пружин М.К., Плотникова Т.А. Формирование баз данных для поддержки компьютеризированных агротехнологий // Вестник Курской ГСХА. – 2012. – № 1. – С. 134-135.
9. Петрушин А.Ф. Комплекс программ формирования и обработки баз данных и знаний в агрономии: дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2005. – 163 с.
10. Валге А.М., Тимофеев Е.В. Компьютерное проектирование технологий производства кормов из трав // Вестник РАСХН. – 2009. – 5. – С. 7-9.
11. Якушев В.П., Якушев В.В. Информационное обеспечение точного земледелия. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007. – 384 с.
12. Якушев В.В. Точное земледелие: практика внедрения и перспективы (продолжение) // Нивы Зауралья. – 2015. – № 10 (132). – С. 56-58.
13. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Базы данных для разработки технологий возделывания яровых зерновых культур в условиях Новгородской области // Никоновские чтения. 2015. – № 20-1 (20). – С. 229-232.
14. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Базы данных для разработки технологий возделывания зернобобовых культур в условиях Новгородской области // Никоновские чтения. 2016. – № 21. – С. 222-225.
15. Степных Н.В., Заргарян А.М., Жукова О.А. Компьютерная программа по проектированию технологий выращивания сельхозкультур // Аграрный вестник Урала. 2017. – № 3 (157). – С. 54-58
16. Степных Н.В., Жукова О.А., Заргарян А.М. Разработка базы данных типовых техкарт для информационно-аналитического комплекса по земледелию // Вестник НГИЭИ. 2018. – № 4 (83). – С. 5–15.
17. Mayne D.Q. Model predictive control: Recent developments and future promise // Automatica. – 2014. – Vol. 50. – № 12. – Pp. 2967-2986.
18. Ding Y., Wang L., Li Y., Li D. Model predictive control and its application in agriculture: A review // Computers and Electronics in Agriculture. – 2018. – Vol. 151. – Pp. 104-117.

УДК: 633.615

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЛОПЧАТНИКАМ ПИТАТЕЛЬНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ФОРМ ОРГАНИЧЕСКИХ И
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫХ
ФОСФОРНО-ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЛУГОВОЙ ПОЧВЕ**

Каримбердиева А.А., Ташкузиев М.М., Бердиев Т.Т., Карабеков О.Г.
Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент
E-mail: maruf41@rambler.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по применению на хлопчатнике новых форм органических, органоминеральных бактериально обработанных фосфоритно-гуминовых удобрений для установления использования их питательных веществ растениями. Показаны возможности снижения норм минеральных удобрений и перехода на органическое земледелие.

Ключевые слова: органические удобрения, биогузмус, отход производства биогазовой тех-

нологии, бактериально обработанное фосфаритно-углегуминовое удобрение, хлопчатник, орошаемая луговая почва.

Введение. С урожаем любой сельскохозяйственной культуры с полей выносятся большое количество элементов минерального питания и органических веществ. Чтобы компенсировать эти потери необходимо возратить отчуждаемое количество этих веществ в виде органических удобрений совместно с минеральными.

С ростом урожайности сельскохозяйственных культур по мере внедрения интенсивных технологий увеличивается вынос из почвы элементов питания, усиливается подвижность питательных веществ, а это приводит к необходимости изменения состава и норм применяемых минеральных удобрений, а также внесению под возделываемые сельскохозяйственные культуры различных органических и органоминеральных удобрений из местного минерального сырья.

Процесс минерального питания растений очень сложный и из-за недостаточного содержания в почвах некоторых элементов тормозит их нормальный рост, развитие и в результате снижается урожайность сельскохозяйственных культур и качество урожая.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены на орошаемой луговой почве Среднечирчикского района Ташкентской области в фермерском хозяйстве «Серфайз Диёр» массива Юнгичкала на посевах хлопчатника.

Полевые производственные опыты с хлопчатником проведены по методике СоюзНИХИ (1981). Химические анализы выполнены по общепринятой методике, описанной в руководствах СоюзНИХИ (1963).

Опыты ставились по следующей схеме:

1. $N_{150} P_{105} K_{75}$ - нормы, принятые в хозяйстве;
2. $N_{100} P_{70} K_{50}$ - контроль, фон, норма удобрений снижена на 33%;
3. Фон+2 т/га бактериально-обработанные фосфорно-гуминовые удобрения;
4. Фон+1,5 т/га ВМГ;
5. Фон+2,5 т/га ВМГ;
6. Фон+2,5 т/га биогумус.

Все проводимые агротехнические мероприятия, принятые в фермерском хозяйстве.

Результаты исследований. Вынос элементов питания органами хлопчатника связан со структурой урожая (вес сухой массы). С листьями и корнями хлопчатника в почву возвращается часть питательных веществ, однако с гузая, урожаем выносятся их огромное количество. В конце вегетации хлопчатника отобраны образцы растений по вариантам опыта и подготовлены к анализам по определению в них содержания элементов питания и т. д.

Содержание элементов питания (NPK) в органах хлопчатника, возделываемого в условиях полевого опыта, их распределение, вес сухой массы и вынос представлены в таблицах 1-2.

При формировании урожая растениями, для определения выноса азота, фосфора и калия важно знать их сухую массу. Из данных таблицы-1 видно, что наибольшая сухая масса хлопчатника накоплена листьями и на вариантах с применением 1,5 и 2,5 т/га ВМЖ составляет, соответственно, 30,3, и 28,5 г на одно растение. На вариантах, где внесены бактериально-обработанные удобрения и биогумус (вар. 3,6) количество сухой массы меньше- 25,0-27,7 г, но выше, чем на контрольных вариантах 1, 2.

Вес сухой массы вегетативных органов-стеблей, створок и корней хлопчатника на удобренных вариантах больше по сравнению с вариантами 1 и 2.

В репродуктивных органах хлопчатника (урожай) на варианте с бактериально обработанными удобрениями (вар. 3) отмечено высокое накопление сухой массы – 73,5-73,2 г., что составляет 47,0-44,1 % от общей массы растения.

Вегетативная масса хлопчатника, выращенного на контрольных вариантах 1, 2 составляет, соответственно, 71,0-70,0 г и составляет от общей массы хлопчатника 65,5-66,8%. На удобренных вариантах 3-6 вегетативная масса составляет, соответственно, 83,0 г; 93,0 г; 97,6 г; 91,4 г.

При внесении 1,5 т/га и 2,5 т/га ВМЖ общая масса хлопчатника составила 166,2-164,2 г. (таблица 1)

На варианте с биогумусом общий вес сухой массы хлопчатника по сравнению с другими удобренными вариантами был относительно меньше – 139,4 грамма. Вес коробочек хлопчатника, выращенного на вариантах с внесением органических и органоминеральных удобрений (вар. 3-6) составил, соответственно, 4,8 г; 4,7 г; 4,9 г; 4,8 граммов что больше на 0,5-0,7 г относительно контрольных вариантов.

Таблица 1. – Средний вес сухой массы хлопчатника (грамм на одно растение)

Варианты №	Органы хлопчатника					Вес вегетативных органов, г	Вес репродуктивных органов, г	Общий вес растения	Вес одной коробочки
	Листья	Стебли	Репр. Створки	Репр. Волокно	Корни				
1.	24,0	18,6	19,5	12,0	39,0	81,5	31,6	113,1	4,2
2.	22,0	19,5	17,5	11,0	35,0	76,5	28,5	105,0	4,3
3.	25,0	22,0	23,0	13,0	73,5	120,5	36,0	156,5	4,8
4.	30,3	25,0	21,7	16,0	73,2	128,5	37,7	166,2	4,7
5.	28,5	24,5	29,5	15,1	66,5	119,5	44,6	164,1	4,9
6.	27,1	25,0	25,8	17,5	48,0	96,1	43,3	139,4	4,8

Результатами исследований установлено, что содержание азота в листьях хлопчатника на контрольном варианте составляет 0,9-1,0 % при внесении бактериально обработанных фосфорных удобрений в количестве 2,0 т/га, ВМЖ в норме 1,5 т/га и 2,5 т/га, а также биогумуса в количестве 2,5 т/га, содержание азота в листьях хлопчатника увеличилось по сравнению с контролем на 0,1-0,3 %.

Наибольшее содержание азота отмечено в стеблях хлопчатника при внесении 2,5 т/га ВМЖ – 0,43 %, что больше на 0,08-0,10 % относительно контро-

ля. По сравнению с другими вариантами, внесение 2,5 т/га ВМЖ также увеличило содержание азота в створках хлопчатника.

В семенах хлопчатника содержится наибольшее количество азота по сравнению с другими органами хлопчатника. На первом контрольном варианте, семена содержат 0,82% азота, на втором варианте, где вносимая норма внесения минеральных удобрений снижена, в семенах содержится 1,3%, а на других вариантах (3-6) количество азота составляет, соответственно, 1,31-1,32% и 1,56 %, что больше относительно 1-го контрольного варианта на 0,5-0,75%, а относительно 2-го контрольного варианта количество азота увеличилось на 0,01-0,26%. Наименьшее количество азота найдено в волокне хлопчатника: на контрольном варианте содержание составляет 0,10 %, на 2-ом контрольном варианте, где норма вносимых минеральных удобрений уменьшена – 0,15%, на других вариантах (3-6) количество азота в волокне колеблется от 0,18 до 0,25%. В корнях хлопчатника (вар. 3-6) содержание азота по сравнению с 1-ым, контрольным вариантом увеличилось на 0,07-0,25%.

Количество азота в репродуктивных органах хлопчатника, выращенного на удобренных вариантах, в 1,5-2,0 раза больше, чем на контрольном варианте-1. По сравнению с контролем – 2, где внесена сниженная норма минеральных удобрений, количество азота в урожае выше в 3-4 раза, на вариантах с органическими и органоминеральными удобрениями.

Аналогичные рассуждения можно приводить и в отношении содержания фосфора и калия. Так, в репродуктивных органах хлопчатника 1-ого варианта(контроль) фосфора содержится 1,22%, на вариантах с органическими и органоминеральными удобрениями 0,45-0,55%, что составляет 41,9-51,9% от общего содержания в растении.

Установлено, что в репродуктивных органах хлопчатника (урожай), выращенного на контрольном варианте 1 количество калия составляет 1,3%, на 2-ом контроле – 1,68% и на вариантах, где внесены органические и органоминеральные удобрения в хлопке-сырце содержится 1,72-2,10 % калия. Наибольшее содержание калия найдено в хлопке-сырце с варианта органами хлопчатника при применении, где внесено 2,5 т/га ВМЖ.

С урожаями сельскохозяйственных культур и другими частями выносятся огромное количество важнейших для растений питательных элементов. Для восполнения их выноса необходимо вносить в почву различные количества минеральных, органических, нетрадиционных видов удобрений.

Хлопчатник выносит из почвы очень много основных элементов питания – азота, фосфора, калия.

Как показали наши исследования, проведенные в условиях полевого опыта, с листьями хлопчатника, выращенного на контрольных вариантах 1, 2 выносятся 15,8-18,3 кг/га азота. С вариантов, где внесены бактериально обработанные фосфорные удобрения (в. 3) с листьями выносятся 22,8 кг/га, при внесении 1,5 т/га и 2,5 т/га ВМЖ вынос азота составляет 28,1 кг/га и 20,5 кг/га на варианте с внесением биогумуса в количестве 2,5 т/га.

Самое высокое количество азота выносятся стеблями и створками хлоп-

чатника, соответственно, 8,4 и 9,7 кг/га с варианта, где внесён ВМЖ в количестве 2,5 т/га. С урожаем хлопка-сырца вынос азота на 1-ом, контрольном варианте составляет 13,9 кг/га, на варианте 2 – контроль, где внесена сниженная норма минеральных удобрений, вынос азота составляет 31кг/га.

Установлено, что вынос азота с урожаем хлопка-сырца на других вариантах 3-5 составляет 49,3-50,2 кг/га. Меньший вынос азота с урожаем, который составляет 32,3 кг/га, отмечен на варианте с внесением ВМЖ.

Таблица 2 – Вынос N, P, K органами хлопчатника при применении органических и органо-минеральных удобрений, кг/га

№ Варианты	Органы хлопчатника						Общее содержание	Содержание в вегетивных органах	Содержание в репродуктивных органах
	Листья	Стебли	Створки	Волокно	Семена	Корни			
	Азот								
1.	15,8	4,8	4,7	6,7	7,2	2,2	35,4	27,5	13,9
2.	18,3	5,3	6,0	6,5	24,5	4,8	60,4	34,4	31,0
3.	22,8	5,1	5,7	5,7	44,5	2,6	86,4	36,2	50,2
4.	28,1	4,8	4,2	4,7	44,6	3,9	112,7	41,0	49,3
5.	28,1	8,4	9,7	4,6	45,6	4,8	98,2	48,0	50,2
6.	20,5	4,9	6,2	2,8	29,5	5,5	69,4	37,1	32,3
	Фосфор								
1.	8,8	3,1	4,6	10,1	9,7	2,4	38,7	18,9	19,8
2.	11,0	4,0	4,4	2,8	17,3	3,7	42,6	21,6	20,1
3.	9,6	4,2	5,3	6,8	49,9	3,6	79,4	22,7	56,7
4.	17,5	7,3	4,5	4,5	50,7	4,4	88,9	33,7	55,2
5.	16,0	6,3	9,0	6,7	50,1	5,9	93,7	36,9	56,8
6.	13,7	3,6	3,6	4,7	5,8	3,5	81,9	24,4	57,5
	Калий								
1.	21,0	5,7	29,4	4,8	5,9	5,0	77,1	66,2	10,9
2.	20,1	16,2	26,5	6,9	18,8	7,7	86,2	60,5	25,7
3.	23,1	11,3	49,0	22,6	32,6	6,7	145,3	90,1	55,2
4.	30,3	13,9	21,2	16,2	33,8	12,3	127,7	77,7	50,0
5.	30,8	9,4	29,7	20,5	34,6	9,9	134,9	79,8	55,1
6.	23,6	8,9	45,0	15,3	19,7	7,5	120,0	85,0	35,0

Согласно полученных данных наших исследований, с листьями хлопчатника выносятся различное количество фосфора. Так, листьями хлопчатника контрольных вариантов с 1-ого гектара выносят 8,8-11,0 кг фосфора. При внесении 1,5 и 2,5 т/га ВМЖ вынос фосфора листьями составляет 16,0-17,5 кг/га. С варианта, где применялись бактериально обработанные фосфорные удобрения, вынос фосфора был относительно меньше- 9,6 кг/га.

С варианта, где внесено ВМЖ по сравнению с другими вариантами, стеблями хлопчатника выносятся больше фосфора-6,3-7,3 кг/га, а с вариантов 4 и 5, соответственно, 4,2 и 3,6 кг/га.

Со створками хлопчатника с контрольных вариантов 1 и 2 вынос фосфора составляет 4,4-4,6 кг/га. С вариантов, где применены бактериально обработанные фосфорные удобрения (3) – 1,5 т/га, и 2,5 т/га ВМЖ, а также 2,5 т/га биогумуса вынос фосфора со створками составляет, соответственно, 5,3; 4,5; 9,0; 3,6 кг с гектара.

Наибольший вынос, по сравнению с другими органами хлопчатника, связан с урожаем хлопка-сырца. Вынос фосфора с урожаем хлопчатника, выращенном на контрольных вариантах 1 и 2 составляет 19,8-21,0 кг/га. Урожай хлопчатника с удобренных вариантов (3-5) выносит 55,2-56,8 кг/га, а с варианта, где внесено 2,5 т/га ВМЖ выносятся фосфора почти в 2 раза меньше – 27,5 кг/га.

Из данных таблицы 2, видно, что листья хлопчатника, выращенном на контрольных вариантах 1 и 2, выносят 20,1-21,0 кг/га калия. С вариантов бактериально обработанными фосфорными удобрениями в количестве 2,5 т/га выносятся 23,1 кг/га калия. С вариантов, где внесены 1,5 т/га и 2,5 т/га ВМЖ и 2,5 т/га биогумуса вынос калия листьями хлопчатника составляет, соответственно, 30,3; 30,8 и 23,6 кг/га.

Со стеблями хлопчатника, выращенного на вариантах опыта с внесением органических и органоминеральных удобрений (3-6), выносятся около 8,9-13,9 кг/га калия. Отмечено, что стебли хлопчатника с варианта, где применено 1,5 т/га ВМЖ, вынос калия сравнительно выше, чем стебли хлопчатника с других вариантов.

На контрольных вариантах со створками хлопчатника вынос калия составляет 26,5-29,4 кг/га. При внесении 2,5 т/га бактериально обработанных фосфорных удобрений вынос калия створками увеличивается до 49,0 кг/га, а на варианте с биогумусом вынос калия составляет 45,0 кг/га.

С площади одного гектара корни хлопчатника выносят от 5,0 до 12,3 кг/га калия. На вариантах с органическими и органоминеральными удобрениями с урожаем хлопка-сырца вынос составляет 35,0-55,2 кг/га, а на контрольных вариантах 1 и 2 вынос калия меньше и составляет 10,9-25,7 кг/га.

Установлено, что наименьший вынос основных элементов питания-азота, фосфора и калия отмечен на варианте с внесением 2,5 т/га биогумуса.

Выводы. Таким образом установлено, что для повышения содержания элементов питания – азота, фосфор, калия в изученных почвах, улучшения их плодородия, повышения урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур и рационального использования минеральных удобрений под зябь в количестве 1,5-2,5 т/га.

Библиографический список

1. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. СоюзНИХИ, Ташкент 1963, с. 270-274
2. Методика полевых опытов с хлопчатником в орошаемых условиях. СоюзНИХИ, 1981

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ
ПОЛНОЙ ФАКТОРИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОПЫТА 3Х3Х3Х3 ДЛЯ
ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ
СЕВООБОРОТОВ, ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ,
МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА
ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И УРОЖАЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Каторгин Д.И.

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», Белгород

Резюме. *Описана конструкция схемы опыта, приведены изучаемые в опыте факторы и их градации, дана агрохимическая характеристика почвы при закладке длительного полевого опыта.*

Ключевые слова: *длительный многофакторный полевой опыт, полная факториальная схема опыта, плодородие почвы, сельскохозяйственные культуры, севооборот, обработка почвы, минеральные и органические удобрения, дисперсионный анализ.*

В Белгородском научно-исследовательском институте сельского хозяйства Российской сельскохозяйственной академии в 1987 году заложен многолетний полевой опыт с целью определения воздействия антропогенных факторов на признаки и свойства почвы, разработки системы агромероприятий по повышению почвенного плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Четырёхфакторный опыт заложен по полной факториальной схеме, где каждая градация одного фактора взаимодействует со всеми градациями других факторов. Схема опыта 3х3х3х3 включает 81 вариант. Число повторений в опыте – три, общее количество делянок в опыте – 1215. Варианты в опыте расположены с использованием метода расщеплённых делянок [1]. Изучаемыми в опыте факторами являются: севооборот, способ обработки данных, органические удобрения, минеральные удобрения. Опыт размещён на пяти полях, которые вводились последовательно. Площадь полевого опыта составляет 22,5 га, а делянки 120 м² (4м×30м). Информативность схемы опыта составляет 6,341 бит, в т.ч. на 1 делянку приходится 0,026 бит [2].

Почва опытного участка: типичный чернозём среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Перед закладкой опыта пахотный слой почвы имел следующие показатели: содержание гумуса 5,18-5,32%, рН_{KCl} 5,8-6,3, подвижного фосфора (по Чирикову) 67-78 мг/кг почвы, обменного калия (по Масловой) – 88-112 мг/кг почвы. По агрохимическим показателям почва опытного участка являлась типичной для Белгородской области [3-5].

Статистическую обработку данных опыта проводят дисперсионным анализом с использованием алгоритмов, разработанных Б.А.Доспеховым [6] и В.Н.Перегудовым [7-8]. Тесноту связи между полученными в опыте данными определяли с использованием корреляционного анализа [9], а математические

модели действия изучаемых факторов – с помощью регрессионного анализа [9-10].

Засорённость посевов, поражённость растений болезнями и вредителями проверяли сплошным обследованием делянок опыта [11].

Пятипольные севообороты с различной насыщенностью в структуре посевных площадей пропашными культурами. Зернотравяной севооборот включает 20% пропашных культур; зернопропашной – 40%; зернопаропропашной – 60% пропашных культур и чёрный пар. Чередование культур в севообороте представлено в таблице 1. В настоящее время идёт седьмая ротация севооборотов.

Таблица 1 – Чередование культур в севооборотах.

Зернотравяной	Зернопропашной	Зернопаропропашной
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
Сахарная свекла	Сахарная свекла	Сахарная свекла
Ячмень+ травы	Ячмень	Кукуруза на силос
Мн. травы 1 г.п.	Кукуруза на силос	Кукуруза на зерно
Мн. травы 2 г.п.	Горох	Чёрный пар

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур общепринятые для Белгородской области (кроме тех элементов технологии, которые являются изучаемыми в опыте факторами).

Три способа основной обработки почвы (вспашка, безотвальное рыхление и минимальная обработка почвы) отличаются между собой не только глубиной обработки пахотного слоя, но и по энергозатратам. Вспашка проводили в зависимости от возделываемой культуры на глубину 20-32 см. Безотвальная обработка проводилась на ту же глубину, только без оборота пласта плугом «Параплау». При минимальной обработке рыхление осуществляли на глубину 10-15 см дисковой бороной.

Одинарные дозы минеральных и органических удобрений рассчитаны на простое воспроизводство плодородия почвы, а двойные – на расширенное. Подстилочный навозом КРС вносили один раз за ротацию севооборота под сахарную свёклу в дозах 0, 40 и 80 т/га, что в среднем на каждую культуру севооборота составляло 0, 8 и 16 т/га.

Минеральные удобрения вносили осенью под основную обработку почвы. При возделывании озимой пшеницы минеральные удобрения дополнительно вносили и весной в подкормку (табл. 2). В качестве минерального удобрения использовали азофоску ($N_{16}P_{16}K_{16}$) и диаммофоску ($N_{10}P_{26}K_{26}$). Опыт проводили по технологиям возделывания сельскохозяйственных культур и обработки чёрного пара, которые приняты в Белгородской области.

По данным метеорологического поста Белгородского ФАНЦ РАН, расположенного на участке, примыкающем к полям, где проводят полевой опыт, средняя многолетняя температура воздуха составляет 5,9-6,3°C. В среднем за год выпадает 510-540 мм осадков, в т.ч. за период с температурой выше 10°C –

260-290 мм. Запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см к началу вегетационного периода изменялась в пределах 150-170 мм. Снеготаяние и разморозание почвы наступает 25-28 марта, начало замерзания почвы – 9-12 ноября. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 0°C составляет 225-237 дней, с температурой выше 5°C – 186-197 дней, с температурами выше 10°C – 148-153 дня. Сумма температур выше 10°C составляет соответственно от 2750-3050°C. Величина гидротермического коэффициента (ГТК) по средним многолетним данным для данной агроклиматической зоны составляет 1,1.

Таблица 2 – Дозы минеральных удобрений в севооборотах

Чередование сельскохозяйственных культур в севообороте	Дозы минеральных удобрений кг/га д.в.		
	Азот	Фосфор	Калий
Зернотравянопропашной севооборот			
Озимая пшеница	60+30	60	60
Сахарная свекла	90	90	90
Ячмень+травы	50	130	130
Многолетние травы 1 г.п.	–	–	–
Многолетние травы 2 г. п.	–	–	–
Итого	230	280	280
На 1 га севооборотной площади	46	56	56
Зернопропашной севооборот			
Озимая пшеница	60+30	60	60
Сахарная свекла	90	90	90
Ячмень	50	50	50
Кукуруза на силос	70	70	70
Горох	20	52	52
Итого	320	322	322
На 1 га севооборотной площади	64	64	64
Зернопаропропашной севооборот			
Озимая пшеница	60+30	60	60
Сахарная свекла	90	90	90
Кукуруза на силос	70	70	70
Кукуруза на зерно	70	70	70
Черный пар	–	–	–
Итого	320	290	290
На 1 га севооборотной площади	64	58	58

За одинарную дозу минеральных удобрений в схеме опыта принята расчетная доза по полному коэффициенту возврата, т.е. 230-320 фосфора и калия,

а азота 210-320 кг в сумме за ротацию севооборота.

Исходя из чередования культур, планируемой урожайности, сделаны расчеты доз минеральных удобрений в экспериментальных севооборотах с учетом коэффициента возврата в целом за севооборот. С незначительными отклонениями по тем или иным типам севооборотов установлено, что оптимальной нормой внесения в сумме за ротацию пятипольного севооборота является 280-360 кг/га азота, 360 кг/га фосфора, 360 кг/га калия, что подтвердило правильность принятой расчётной дозы удобрений.

Схемой опыта предусмотрено различие в системе минерального питания озимой пшеницы в различных севооборотах, в зависимости от предшественников. Так, под озимую пшеницу после черного пара вносим меньше удобрений, чем после гороха ввиду того, что под черным паром происходит мобилизация почвенных запасов питательных веществ. Изменена доза азотных удобрений под озимую пшеницу, идущую после многолетних трав, в связи с накоплением в почве запасов фиксированного азота. По этой причине, разные типы севооборотов имеют неодинаковую сумму азотных удобрений за ротацию. Однако эти различия не играют существенной роли в системе питания растений ввиду слабой эффективности последствия азота.

Всю дозу минеральных удобрений под культуры севооборота предусмотрено вносить с осени под основную обработку почвы. Часть азотных удобрений в качестве подкормки озимой пшеницы перенесено на весну.

Проведение исследований по программе многофакторного опыта позволит:

- установить научно-обоснованный баланс питательных веществ и разработать методические рекомендации по построению системы удобрений в севооборотах с различным набором культур в зависимости от специализации хозяйства в условиях оптимального способа основной обработки почвы;
- определить оптимальные параметры агрохимических свойств почвы и разработать способы их регулирования;
- разработать нормативы затрат органических и минеральных удобрений для поддержания в почве уравновешенного и создание положительного баланса питательных веществ и гумуса;
- определить оптимальное сочетание элементов, составляющих систему земледелия;
- создать модели систем земледелия применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Сельскохозяйственному производству будут даны рекомендации технологических схем, позволяющих на основе положительного баланса гумуса и питательных веществ почвы применять варианты энерго- и ресурсосберегающих систем земледелия в ЦЧЗ, обеспечивающие высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Агрохимический словарь. Термины и определения. – М.: Агроконсалт, 1999. – 48 с.
2. Цыгуткин А.С. Информативность опыта и её оценка // Химия в сельском хозяйстве. –

1996. – №6. – С. 45.

3. Проблемы эффективного использования земли. – Белгород: «Крестьянское дело», 2000. – 80 с.

4. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. – Белгород: «Отчий край», 2013 – 372 с.

5. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Мониторинг почвенного покрова Белгородской области. – Белгород: «Отчий край», 2014 – 113 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

7. Проведение многофакторных опытов с удобрениями и математический анализ их результатов (методические указания). Под общей редакцией В.Н. Перегудова. – М.: 1976. – 112 с.

8. Цыгуткин А.С. Методология статистической обработки многолетних данных опыта. – М.: Россельхозакадемия, 2002. – 27 с.

9. Иванова Т.И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей. – М.: Агропромиздат, 1989. – 235 с.

10. Перегудов В.Н. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов. – М.: «Колос», 1978. – 183 с.

11. Шапкина Ю.С. и др. Фитосанитарное состояние посевов белого люпина на Северо-Востоке и Юго-Западе Центрального Черноземья // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №9. – С. 29-31.

УДК 631.872:631.46

ЛИГНИН КАК ФАКТОР БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ*

Ковалев И.В.¹, Ковалева Н.О.¹

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва

E-mail: kovalevmsu@mail.ru

Резюме. *Ароматические структуры лигнина в растениях, в подстилках, почве, гуминовых кислотах позволяют оценить генезис органического вещества, влияние его состава на биогеохимические процессы и характер гумусообразования в почвах, прогнозировать их экологическое состояние в будущем и способы управления почвенным плодородием.*

Ключевые слова: *лигниновые фенолы, гумус, трансформация лигнина, гуминовые кислоты, уровни структурной организации почв, плодородие почв.*

Summary. *The aromatic structures of lignin in plants, litter, soil, and humic acids allow us to evaluate the genesis of organic matter, the influence of its composition on biogeochemical processes and the nature of humus formation in soils, and to predict their future ecological status and methods for soil fertility managing.*

Keywords: *phenols ligninase, humus, transformations of lignin, the levels of structural organization of soil, humic acids, soil fertility.*

Введение. Постановка проблемы «биохимии лигнина в почвах» теснейшим образом сопряжена с проблемой изучения формирования основы почвенного плодородия – гумуса и предназначена для решения как фундаментальных проблем в почвоведении, так и для практического использования в современном сельскохозяйственном производстве, в частности биологизации земледелия как научной и технологической основы органического сельского хозяйства.

Объекты исследования: южнотаежные березо-осиновые леса и агроэкоси-

стемы, в том числе и осушенные, Коломенского ополья Московской области; дубово-липовые широколиственные леса («Тульские засеки») на серых лесных почвах; агроэкосистемы Брянской области на агросерых почвах; типичный чернозем (Кисловодская котловина).

Методы исследования: Апробированная методика мягкого щелочного окисления органического вещества оксидом меди в азотной среде с последующим использованием хроматографии тонкого слоя является наиболее перспективной для анализа содержания и состава лигнина в объектах наземных экосистем: не только в тканях растений, но и в дневных и погребенных почвах, включая минеральные малогумусные горизонты, в конкреционных новообразованиях, препаратах гуминовых кислот, гранулометрических фракциях почв. Щелочное окисление исследуемых образцов оксидом меди дало 11 фенолов, которые сгруппированы по их химической природе в 4 структурных семейства: ванилиновые (V), сиригиловые или сиреневые (S), п-кумаровые (C) и феруловые фенолы (F). Сумма продуктов окисления (VSC) отражает общее содержание лигнина в образце [1,2].

Результаты исследования. Разработана и апробирована системная методология изучения биохимического круговорота продуктов окисления лигнина в различных биомах и в основных типах почв (серых лесных, черноземах, красноземах и др.), в том числе и почв сельскохозяйственного использования. Трансформация биополимера впервые изучена практически во всех звеньях цепи, начиная от растительных тканей и опада и заканчивая гумусовыми веществами. Предложена научная гипотеза, объясняющая генезис продуктов окисления лигнина в составе гумуса отдельных типов почв в различных природных зонах и позициях ландшафта с учетом биохимического состава растений. Изучены факторы и установлены причинно-следственные связи состава органического вещества почв (гумуса) и биохимического состава различных частей растений, выявлена особая роль лигниновых фенолов подземных органов растений в процессе гумификации. Показаны закономерности трансформации лигнина в почвах в зависимости от термодинамических условий среды и агро-антропогенного использования. Раскрыты пути и механизмы стабилизации продуктов окисления лигнина на всех уровнях структурной организации почв: в геохимически сопряженных катенах, по профилю почв, в почвенных агрегатах и конкреционных новообразованиях, в гранулометрических фракциях, на уровне молекулярных взаимодействий.

В частности, значимо установлено, что наибольшее содержание лигниновых фенолов свойственно не надземным, а подземным тканям растений [1,2]. Коэффициент корреляции содержания лигнина в почве и биомассы корней – 0.92-0.99. Наибольший вклад корневого лигнина присущ луговым экосистемам и особенно в степных сообществах со значительным преобладанием подземной биомассы над надземной, где отношение подземных органов к надземным достигает 20. В лесных экосистемах это отношение значительно ниже, отношение подземных органов к надземным – 3-7.

А)

Типчаково-пырейно-ковыльная сухая степь, пастбище

1 – злаки;
2 – разнотравье;
3, П- корни
Н – надземная биомасса

П/Н = 13

Б)

Типчаково-разнотравная лугостепь, заповедывание

П/Н = 18

1 – злаки;
2 – разнотравье;
3, П- корни
Н – надземная биомасса

В)

Можжевеловый лес, поляна

1 – многолетние древесные части
2 – надземные зеленые части
3 – подземные части

П/Н = 7

Рисунок 1 – Структура биомассы растительных сообществ ($r = 0.92-0.99$; $P=0.95$): А) степная экосистема; Б) луговая экосистема; В) лесная экосистема

Наименьшая роль корней в круговороте лигнина обнаружена в агро-антропогенных экосистемах с равными долями надземной и подземной биомассы, достигая 1. Соотношения лигниновых фенолов в корневой биомассе повторяют закономерности, свойственные надземным органам.

Рисунок 2 – Структура биомассы растительных сообществ ($r = 0.96-0.97$; $P=0.95$) агро-антропогенной экосистемы

Установлено, что наибольшее суммарное (VSC) количество продуктов окисления лигнина в рассматриваемых горизонтальных рядах почв приурочено к почвам естественных биогеоценозов с наивысшей биопродуктивностью: серая лесная почва Тульских засек, черноземы Курского заповедника. При этом, показана линейная зависимость увеличения степени измененности боковых цепочек лигниновых структур. Так в почвах южной тайги она составляет 5-8 %, в лесостепи – 9-10 %, в черноземах – 10-12% и, достигая максимальных значений в красноземах тропического леса до 30-50 %, то есть фактически следует за величиной периода биологической активности. В условиях антропогенного использования количество лигнина в почвах уменьшается по сравнению с естественными аналогами [1].

Установлено распределение лигниновых фенолов на всех уровнях структурной организации почв. На уровне почвенного профиля наибольшее суммарное количество продуктов окисления (VSC) лигнина в рассматриваемых рядах почв приурочено к верхним гумусово-аккумулятивным горизонтам – до 12-18 мг/г Сорг., наименьшее (1-4 мг/г Сорг.) – к нижним частям профилей. В гумусовых горизонтах количественно преобладают альдегиды, а в иллювиальных – кислоты. Последнее обусловлено большей подвижностью кислот в профиле почв. Вероятно, именно ванилиновая кислота обладает наибольшей миграционной способностью в профилях таежных почв, внося свою долю в пул органических кислот, формирующих подзолистые и глеевые горизонты. Агрегатный уровень организации почвенной массы демонстрирует, что на поверхности агрегата в окислительных условиях наблюдается меньшее количество продуктов окисления лигнина и более высокая степень его окисленности в ванилиновых и сиригиловых единицах, нежели внутри агрегата, где складывается восстановительная обстановка и преобладают факультативные анаэробные микроорганизмы. На уровне элементарных почвенных частиц: содержание лигниновых фенолов с уменьшением размера частиц количество лигнина в них значительно снижается ($p < 0,001$) – в 10 раз по сравнению с фракциями крупных частиц. Однако именно к наиболее мелким илистым и пылеватым фракциям приурочены величины максимальной степени окисленности и степени трансформации боковых цепочек биополимера, что способствует их стабилизации глинистыми минералами. При этом в мелких фракциях характерно и наибольшее содержание биофильных элементов. На молекулярном уровне. Оригинальные результаты о количестве и степени трансформации молекул биополимера в ряду: «ткани растений – подстилка – почва – дневные гуминовые кислоты – погребенные гуминовые кислоты» позволяют оценить решающую роль ароматических структур лигнина в гумификации почв. В обозначенном ряду увеличивается количество ароматических кислот по отношению к альдегидам во всех типах объектов независимо от общего количества лигнина в них и достигает максимума в препаратах гуминовых кислот из погребенных почв [1, 2]. Тем самым, наши результаты подтверждают положение о нарастающем карбоксилировании лигниновых остатков как о главном процессе их трансформации в гумус. Лигнин высших растений принимает участие в фор-

мировании молекул специфических соединений гумуса почв, причем, как алифатических, так и ароматических их частей. Высокая корреляция содержания продуктов окисления лигнина в почве с площадью пиков лигниновых структур на ^{13}C ЯМР-спектрах гуминовых кислот при 105-160 ppm и 56 ppm является доказательством участия последних в формировании гумуса почв. В почвах с контрастным окислительно-восстановительным режимом складываются благоприятные условия для вхождения фенольных соединений в состав органо-железистых комплексов. Распашка и осушение (5-20 лет последствий дренажа) вызывает глубокую разрушительную трансформацию и таких, казалось бы, устойчивых соединений как лигниновые фенолы, в конкреционных новообразованиях [1, 2].

Результаты исследований оригинальны и могут быть использованы при:

- разработке технологий применения органических удобрений. В зависимости от содержания и композиционного состава лигнина растений в органическом удобрении корректируется его норма внесения в почву. Лигнин считается главным источником образования, обновления и воспроизводства почвенного органического вещества. Поэтому важна оценка направленности процессов гумификации, уровней плодородия почв, оптимизации использования средств коррекции урожая, особенно в системах точного земледелия.

- производстве гуминовых препаратов, их идентификации и сертификации. Впервые стало возможным идентифицировать генезис гуминовых препаратов. Благодаря лигнину в почве образуются гуминовые вещества, придающие почвенному органическому веществу и его стабильной части – гумусу, особые свойства и функции.

- биоконверсии и консервации отходов гидролизной, деревообрабатывающей и иной промышленности, имеющей сырьевым источником лигниносодержащие соединения. Показаны возможные механизмы и скорость трансформации лигниновых фенолов в зависимости от композиционного состава лигнина древесных и травянистых растений в разных почвенно-географических условиях, и на этой основе – выбор оптимальной технологии утилизации лигноцеллюлозы. Гидролизный лигнин превратился из отхода производства в ценное сырье для сельского хозяйства (биопрепараты и удобрения).

- анализе устойчивости почв к агрогенному воздействию. Агро-антропогенное использование (распашка, осушение, производственное лесоразведение) вызывает ускоренную деструкцию макромолекулы лигнина при сохранении неизменными главных лигниновых структур.

- оценке современных приемов обработки почвы и приемов биологизации земледелия. Наблюдается усиление микробиологической активности почв, что делает возможным участие лигниновых фенолов в реакциях хелатообразования и гумусообразования, формируется агрономически ценная структура. Проявление аллелопатических свойств лигниновых фенолов при длительном использовании приемов биологического земледелия требует систематических исследований биохимии лигнина в почвах. Например, в практике использования технологии системы нулевой обработки почвы, которая известна как технология No-till, в

первые годы получаем высокие урожаи, а уже на 3-4 годы резкое снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Ковалев И.В. Биохимия лигнина в почвах // автореф. дис. докт. с.-х.н., М. 2016, 50 с.
2. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Биохимия лигнина в почвах периодического переувлажнения (на примере агросерых почв ополей Русской равнины) // Почвоведение, 2008, № 10. С. 1205-1216.
6. Ertel J.R., Hedges J.I. The lignin component of humic substances: Distribution among the soil and sedimentary humic, fulvic and base-insoluble fractions // Geochim. Cosmochim. Acta. 1984. V. 48.

**Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ № 17-14-01120*

УДК 631. 46:582.28

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Корецкая И.И., Свистова И.Д.

Воронежский государственный педагогический университет, Воронеж

E-mail: i.svistova@mail.ru

Резюме. Для санитарно-гигиенического мониторинга черноземной почвы вдоль автомагистрали предложено использовать фитотоксическую активность почвы и список индикаторных на автотранспортную нагрузку видов микромицетов.

Ключевые слова: биоиндикация почвы, микромицеты, индикаторные виды, фитотоксическая активность.

Summary. For sanitary and hygienic monitoring of Chernozem soil along the highway, it is proposed to use the phytotoxic activity of the soil and a list of indicator species of micromycetes.

Key words: soil bioindication, micromycetes, indicator species, phytotoxic activity.

В последние годы расширяются исследования по биоиндикации почв. Биоиндикация может применяться при оценке размеров отчуждения земель из сельскохозяйственного использования вдоль автотрасс для получения экологически безопасной продукции растениеводства. Кроме того, биоиндикация дает важную информацию для санитарно-гигиенического мониторинга почвы. Недавно в Федеральный государственный реестр методик, допущенных для целей государственного экологического контроля, внесена новая методика «Биодиагностика состояния почвы с использованием водорослей, цианобактерий и микромицетов» [1].

Важной частью почвенного микробного сообщества являются микроскопические грибы, состав и структура комплекса микромицетов может служить информативным параметром биоиндикации почв [2]. Многие виды почвенных микромицетов представляют серьезную угрозу для здоровья человека. Ранее нами было показано, что в г. Воронеже наибольшие нарушения комплекса микромицетов почвы обнаружены вблизи транспортных развязок, загрязненных нефтепродуктами, тяжелыми металлами и бензапиреном [3]. Представляется актуальным оценить нарушения комплекса микромицетов в почве, подверженной автотранспортной нагрузке, не только в черте города, но и в зоне влияния крупных автомагистралей федерального значения.

В качестве интегрального показателя биологической активности почвы часто определяют ее фитотоксическую активность, известно, что в развитии почвенного токсикоза основную роль играют токсигенные виды грибов.

Целью работы было изучение реакции комплекса почвенных микромицетов в зоне влияния автомагистрали федерального значения М4 «Дон» и определение информативных параметров для санитарно-гигиенического мониторинга почвы.

Биоиндикацию почвы проводили в течение 3-х лет в динамике по сезону. Почва – чернозем выщелоченный и обыкновенный. Пробы отбирали на расстоянии 10 и 50 м от полотна дороги, контроль – на расстоянии 100 м в пяти пунктах (Липецкая – юг Воронежской области).

Численность почвенных грибов определяли методом посева на среду Чапека. Видовую структуру микромицетов разных классов определяли по соответствующим определителям. Фитотоксическую активность почвы определяли методом биотестов на почвенных пластинках по ингибированию роста корня тест-растения (редиса).

Численность почвенных грибов у полотна дороги снижалась по сравнению с контролем в каждом пункте отбора проб в 2,8-3,0 раза (в среднем по сезону), что связано с нарушением и загрязнением техногенно-измененной почвы.

В контроле (100 м от полотна автотрассы) в комплекс типичных видов чернозема входили 18 видов микромицетов: *Acremonium alternatum*, *Cephalosporium acremonium*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Paecilomyces lilacinum*, *Rhizopus stolonifera*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium tardum*, *P. expansum*, *P. notatum*, *P. daleae*, *Trichoderma koningii*, *Gliocladium virens*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*. Кроме того, более 40 видов грибов выделяли из почвы в ранге редко встречающихся или случайных [2].

Многие типичные виды грибов чернозема оказались чувствительными к автотранспортной нагрузке, они резко снижали свою частоту встречаемости или исчезали в точках отбора у полотна автотрассы. Для биоиндикации почвы целесообразно использовать виды грибов, доля которых заметно возрастает вблизи дороги [4,5]. Только из почвы вблизи автомагистрали были выделены такие индикаторные виды грибов, как *Aspergillus clavatus*, *A. ochraceus*, *A. terreus*, *Penicillium funiculosum*, *P. rubrum*, *P. viridicatum*, *Talaromyces flavus*. Вторым эффектом являлось значительное снижение видового разнообразия микромицетов. Коэффициент сходства Сьеренсена в контроле и у полотна дороги не превышал 0,44-0,65.

Обращает на себя внимание тот факт, что индикаторные на автотранспортную нагрузку виды микромицетов известны как токсигенные. Доля токсигенных видов у полотна дороги возрастала в 3,5 раза и достигала 93-97%. Повидимому, синтез микотоксинов помогает индикаторным видам микромицетов выигрывать обостряющуюся конкурентную борьбу в техногенно-измененных почвах. Накопление токсигенных видов грибов в почвах вдоль оживленных автомагистралей, используемых для растениеводства, может привести к нако-

плению опасных для здоровья человека микотоксинов в сельскохозяйственной продукции. Этот вывод подтверждается ростом фитотоксической активности почвы более чем в 3 раза у полотна дороги по сравнению с контролем.

По нашим данным, зона нарушения комплекса почвенных микромицетов чернозема под действием автотранспортной нагрузки автомагистрали федерального значения М4 «Дон» оценивается в 50 м на ровном рельефе местности и в 100 м на рельефе понижения [6]. Эта зона должна быть исключена из сельскохозяйственного использования для получения экологически чистой растениеводческой продукции.

Фитотоксическая активность почвы и список индикаторных на автотранспортную нагрузку видов почвенных микромицетов являются информативными показателями для санитарно-гигиенического мониторинга черноземной почвы вдоль автомагистрали федерального значения М4 «Дон».

Библиографический список

1. Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Под ред. Т.Я. Ашихминой, Н.М. Алапыкиной. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2011. – 388 с.
2. Свистова И.Д., Корецкая И.И., Талалайко Н.Н. и др. Биоразнообразие микромицетов чернозема природных и антропогенных экосистем // Роль особо охраняемых природных территорий лесостепной и степной природных зон в сохранении и изучении биологического разнообразия / Ред. П.Д. Венгерова. – Воронеж, 2007. – С. 87-89.
3. Корецкая И.И. Микробиоиндикация почвы, подверженной автотранспортной нагрузке, в разных типах экосистем – Дисс. ... канд. биол. наук - Воронеж, 2006.
4. Свистова И.Д., Девятова Т.А., Корецкая И.И., Щербаков А.П. Биомониторинг зоны влияния автомагистрали Дон // Экология и промышленность России. 2003. – № 11. – С. 37-40.
5. Свистова И.Д., Корецкая И.И., Щербаков А.П. Микробиомониторинг автотранспортного загрязнения чернозема в разных типах придорожных экосистем // Вестник Воронежского ГУ. Серия: География. Геоэкология. 2005. – № 2. – С. 103-107.
6. Свистова И.Д., Корецкая И.И. Накопление опасных для человека почвенных микромицетов в зоне влияния автомагистрали «Дон» // Проблемы медицинской микологии. 2014. – Т. 16. – № 4. – С. 38-40.

УДК 631/636; 502/504; 911

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ, КАЧЕСТВА И УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П.

ФГБНУ Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
имени В.Р. Вильямса, г. Лобня, Московская обл.

E-mail: viktrofi@mail.ru

Резюме. Повышение продуктивности, качества и устойчивости сельскохозяйственных культур является важнейшей задачей агропромышленного комплекса, научного обеспечения сохранения плодородия почв и продуктивного долголетия наших земель. В решении этих задач важнейшую роль играет кормопроизводство.

Ключевые слова: растениеводство, кормопроизводство, устойчивость, плодородие почв.

Summary. Increasing productivity, quality and sustainability of crops is the most important task of the agro-industrial complex, scientific provision of soil fertility, preservation and productive longevity of our lands. Fodder production plays a crucial role in addressing these challenges.

Key words: *plant growing, fodder production, sustainability, soil fertility.*

Повышение продуктивности, качества и устойчивости сельскохозяйственных культур необходимо для обеспечения продовольственной и экологической безопасности России. Устойчивое обеспечение населения страны качественными продуктами питания и сельскохозяйственным сырьем отечественного производства в достаточном объеме было и остается важнейшей задачей агропромышленного комплекса.

Миссия ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» – научное обеспечение развития кормопроизводства, агроэкологии и рационального природопользования в сельском хозяйстве, обеспечение продовольственной и экологической безопасности страны, осуществление связей между фундаментальной наукой, образованием и практикой, создание новых сортов кормовых культур с полезными свойствами, разработка прогрессивных технологических систем и приёмов кормопроизводства, заготовки и использования кормов, обеспечивающих экономическую эффективность и экологическую безопасность их применения, повышение качества животноводческой продукции, а также ускорение распространения достижений аграрной науки в процессе подготовки научных кадров [1,2].

Основа системы продовольственной и экологической безопасности России лежит в сбалансированном развитии сельского хозяйства и природы, отечественного растениеводства, животноводства, земледелия, структуры посевных площадей, севооборотов и агроландшафтов. Научное обеспечение продовольственной и экологической безопасности должно базироваться на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, географических, биологических и экологических факторов [3-10].

В настоящее время большинство факторов интенсификации растениеводства (чрезмерное преобладание экономически привлекательных культур в структуре посевных площадей и севооборотах, сокращение биоразнообразия, пестициды, азотные удобрения, орошение и др.), благоприятствуя развитию сорняков и вредных организмов, снижают устойчивость растений к стрессорам [2,11].

В то время как в странах ЕС планомерно реализуются меры по сокращению использования пестицидов, в России масштабы применения пестицидов в защите растений возрастают [12].

Важнейшее значение в сельском хозяйстве, рациональном природопользовании и экологии имеет кормопроизводство – самая масштабная, многофункциональная и системообразующая отрасль сельского хозяйства, соединяющая и связывающая его в единое целое. Оно определяет состояние животноводства и оказывает существенное влияние на решение ключевых проблем дальнейшего развития всей отрасли растениеводства, земледелия, рационального природопользования, повышения устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов к воздействию климата и негативных процессов, сохранения ценных сельскохозяйственных угодий и воспроизводства плодородия почв, улуч-

шения экологического состояния территории и охраны окружающей среды.

Кормовые агроэкосистемы (природные и сеяные пастбища и сенокосы, многолетние травы и однолетние кормовые культуры на пашне играют продукционную, а также не менее значимую почвоулучшающую, средообразующую роль. Они обеспечивают следующие экосистемные и производственные услуги: производят разнообразные корма для животных; повышают устойчивость агроэкосистем к непредсказуемым изменениям климата и воздействию негативных процессов; повышают плодородие почв, обогащая их биологическим азотом, повышая содержание гумуса, улучшая структуру; снижают кислотность, предотвращают эрозию почв; нормализуют водный, пищевой и воздушный режимы агроэкосистем; улучшают фитосанитарную обстановку, оздоравливают окружающую среду; играют эстетическую и экологическую роли [1-5].

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, до 2018г – Всероссийский (Всесоюзный) научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса является главным, консолидирующим, координирующим научно-методическим и исследовательским учреждением по кормопроизводству и агроэкологии в России. Наша главная цель – разработка теоретических и методологических основ кормопроизводства, концепций, программ, методологий, методик, сортов, технологий, стандартов.

Кормопроизводство играет важнейшую, решающую роль в управлении сельскохозяйственными землями России, в обеспечении их продуктивности, устойчивости и рентабельности. От уровня научно-технического прогресса кормопроизводства зависит многое в дальнейшем развитии сельского хозяйства, продовольственной и экологической безопасности страны.

Кормопроизводство – важнейший инструмент, позволяющий сбалансировать сельскохозяйственное производство с природой, осуществлять управление агроландшафтами, конструирование агроландшафтов, устойчивых к воздействиям климата, неблагоприятных погодных условий и негативных процессов.

Кормопроизводство – это необходимое средство развития сбалансированного, устойчивого и эффективного сельского хозяйства.

Травяные экосистемы (луга и культура многолетних трав на пашне) фактически «кормят», обеспечивает возобновляемой солнечной энергией сельскохозяйственные земли, агроландшафты, зерновые и другие культуры, животных и человека. Они обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель, сохранение и воспроизводство плодородия почв.

Значение и функции природных кормовых угодий в биосфере, агроландшафтах, сельском хозяйстве очень велики. Луга и многолетние травы обеспечивают аккумуляцию и накопление биомассы в биосфере и агроландшафтах, накопление углерода и накопление гумуса, многообразие и биоразнообразие. Они обладают большой устойчивостью к внешней среде, изменению климата и погоды. Они соединяют в себе экономику, экологию и эстетику сельского

хозяйства.

Все эти особенности кормопроизводства являются также необходимыми составляющими рационального природопользования.

В целях обеспечения продовольственной и экологической безопасности страны научное обеспечение кормопроизводства должно стать стратегическим направлением в развитии сельского хозяйства и обеспечить корма – животным, плодородие – почвам, устойчивость и продуктивное долголетие – сельскохозяйственным землям. агроландшафтам.

Библиографический список

1. Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науке и практике / Под редакцией В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. – М.: Россельхозакадемия, 2014. – 1031 с.
2. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика) / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова. – М.: Типография Россельхозакадемии, 2014. – 135 с.
3. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводству – сбалансированное развитие // АПК: Экономика, управление. 2013. – № 7. – С. 15-23.
4. Словарь терминов по кормопроизводству / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова. Москва, 2010. – 530 с.
5. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд., перераб. и дополн. / Под ред. В.М. Косолапова, чл.-корр. Россельхозакадемии, доктора с-х наук, И.А. Трофимова, доктора географ. наук. М.: Россельхозакадемия, 2014. – 717 с.
6. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство в развитии сельского хозяйства России // Адаптивное кормопроизводство, 2011. – № 1. – С. 4-8.
7. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Травяные экосистемы в сельском хозяйстве России // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2010. – № 4. – С. 37-40.
8. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Олигер М.А., Орленкова Е.К. Продуктивность долголетних сенокосов при разных системах ведения // Кормопроизводство. – 2000. – № 5. – С. 11-15.
9. Трофимова Л.С., Кулаков В.А. Современное экспериментальное обоснование развития дернового процесса на лугах // Кормопроизводство. – 2003. – № 11. – С. 11-14.
10. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах (3-е издание, переработанное и дополненное). М.: Угрешская типография, 2015. – 32 с.
11. Жученко А.А. Основы адаптивно-интегрированной системы защиты агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов от вредных видов // Роль мобилизации генетических ресурсов цветковых растений. Саратов, 2012. – С. 180-195.
12. Артохин К.С., Игнатова П.К. О некоторых тенденциях в развитии защиты растений // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. Краснодар, 2015. – С. 14-17.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ В ГИДРОЗОЛЕ АКТИВИРОВАННОГО ТОРФА

Косолапова Н.И., Калянова А.С., Екимченко М.А., Мирошниченко О.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный университет», г. Курск

E-mail: Nataliko7@yandex.ru

Аннотация. *Оценено влияние различий в этапах проведения количественного определения фракций щелочно- и водоизвлекаемых гуминовых кислот в гидрозоле активированного торфа по наиболее широко используемым для торфяных систем методикам.*

Ключевые слова: *гидрозоль активированного торфа, гуминовые кислоты.*

Гидрозоль активированного торфа, получаемый диспергированием торфяного комплекса в водной среде с использованием технологии ультразвуковой кавитационной обработки природного сырья при высоком статическом давлении может являться перспективной основой для получения биологически активных препаратов различного функционального назначения. Основными компонентами, отвечающими за биологическую активность гидрозоля, являются гуминовые кислоты (ГК), достоверное количественное определение которых – это важный элемент производственного контроля качества получаемой продукции. Гуминовые кислоты являются малорастворимыми в воде соединениями, поэтому их извлечение из торфяного комплекса для последующего количественного определения проводится щелочными растворами. Благодаря особому способу обработки торфяного сырья в водной среде, применяемому при изготовлении гидрозоля торфа, происходит интенсивное диспергирование компонентов торфяного комплекса. В результате в составе гидрозоля обнаруживается фракция гуминовых кислот извлекаемых водой, характеризующаяся малым размером частиц, лежащем в нанометровом диапазоне и повышенной биологической активностью.

Для определения содержания как щелочно- так и водоизвлекаемых гуминовых кислот в составе гидрозоля использовали наиболее часто применяемые для анализа торфов методики предложенные Бамбаловым – Беленькой [1] и Loewe [2], а также методику, применение которой рекомендовано при анализе гуминовых биологически-активных добавок к пище в Р 4.1.1672-03 [3]. Сходства и различия в этапах проведения анализа по выбранным методикам представлены в таблице 1. При количественном определении фракции щелочно-извлекаемых гуминовых кислот использовали растворы гидроксида натрия, а при определении наиболее подвижной водоизвлекаемой фракции гуминовых кислот вместо растворов щелочи использовали дистиллированную воду.

Несмотря на то, что все использованные методики реализуют один базовый принцип выделения ГК из состава анализируемого объекта, с последующим гравиметрическим определением очищенных целевых компонентов, они имеют значительные различия в технике исполнения. Так различаются концентрации растворов гидроксида натрия используемых в качестве экстраген-

Таблица 1 – Сходства и различия в этапах проведения количественного определения фракций гуминовых кислот по разным методам

	Метод Бамбалова – Беленькой	Метод Loewe	МУК Р 4.1.1672 – 03
Проведение экстракции			
Экстрагент	0,1 Н раствор NaOH*/дистилированная вода**	0,1 М раствор NaOH*/дистилированная вода**	1% раствор NaOH*/дистилированная вода**
Соотношение гидролиз: экстрагент	1:150	1:5	1:12,5
Количество циклов обработки объекта экстрагентом и время контакта фаз	Четыре цикла обработки по 16-20 часов каждый	Разовая обработка в течение 12 часов	Разовая обработка в течение 2-2,5 часов
Т проведения экстракции, °С	20-22	20-22	80-85
Разделение фаз			
Способ отделения экстракта от осадка	Фильтрование	Фильтрование и центрифугирование (3000 об/мин)	Фильтрование и центрифугирование (3000 об/мин)
Проведение определения			
Осадитель ГК	10% раствор HCl	6 М раствор HCl	5% раствор HCl
рН осаждения	1-2	1	3-4
Т при осаждении, °С	40-45	20-22	4-6
Время осаждения	15-20 минут	12-16 часа	30-60 минут
Отделение твердой фазы ГК	Сухой беззольный фильтр	Сухой беззольный фильтр	Сухой беззольный фильтр
Очистка ГК	0,5 % раствор HCl и дистиллированной водой сушильном	Дистиллированной водой Диализ	Дистиллированной водой
Сушка	В шкафу при 80°С	Лиофильная сушка	В сушильном шкафу при 105 °С
Озоление	В муфельной печи при 800 °С в течение двух часов	Не предусмотрено	В муфельной печи при 350 °С в течение пяти-шести часов

для щелочноизвлекаемых ГК, соотношение и время контакта фаз при экстракции, число циклов и температуры экстракции, способы отделения экстрактов от компонентов не перешедших в раствор, способы очистки и сушки выделенных ГК и т.д. Помимо указанных различий влияние на конечный результат мо-

гут оказывать и способы проведения пробоподготовки перед анализом. В классическом варианте все выбранные методики предполагают использование сухого объекта для проведения исследований. Однако, принимая во внимание стремление частиц активированного торфа, к необратимой агломерации при обезвоживании гидрозоля в процессе высушивания, дополнительный интерес представляет выявление влияния предварительного обезвоживания гидрозоля на результаты количественного определения ГК выбранными способами в составе активированного торфа.

Результаты определения содержания гуминовых кислот в образце гидрозоля активированного торфа, полученные при реализации выбранных методик представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты количественного определения щелочно- и водоизвлекаемых ГК, полученные с использованием различных методик

Наименование методики	Фактические значения результатов испытаний, % в пересчете на сухое вещество, $X_{cp} \pm \Delta$			
	Аналізу подвергался обезвоженный образец активированного торфа (n=5)		Аналізу подвергался образец гидрозоля активированного торфа (n=5)	
	Щелочно-извлекаемые ГК	Водо-извлекаемые ГК	Щелочно-извлекаемые ГК	Водо-извлекаемые ГК
По Бамбалову – Беленькой	37,41±3,96	1,00±0,08	49,46±4,28	7,59±2,50
По Loewe	2,24±0,29	1,05±0,06	5,52±0,39	1,85±0,81
По МУК Р 4.1.1672 – 03	6,62±2,43	0,24±0,08	8,14±1,54	1,31±1,02

Показано, что на результаты количественного определения гуминовых кислот в гидрозоле торфа активированного оказывают влияние как особенности пробоподготовки образцов, так и параметры процесса выделения целевых компонентов из их состава. Рекомендовано использовать для количественного определения ГК в исследуемом объекте методику, предложенную Н.Н. Бамбаловым и Т.Я. Беленькой, при этом для анализа использовать не навеску обезвоженного препарата, а сам гидрозоль.

Библиографический список

1. Бамбалов Н. Н., Беленькая Т. Я. Фракционно – групповой состав органического вещества целинных и мелиорированных торфяных почв. [Текст] // Н. Н. Бамбалов, Т. Я. Беленькая – Почвоведение. – 1998. – №12 – С. 1431-1437.
2. Lowe L.E. Studies on the nature of sulfur in peat humic acids from Fraser River delta, British Columbia // Sci. Total Environ. – 1992. – V.113. – P. 133-145
3. Р 4.1.1672-03 Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище [Текст] / ГУ НИИ питания РАМН. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – 2004. – С.170-171

ПОРАЖАЕМОСТЬ СОРТОВ ЯБЛОНИ МИКОПАТОГЕНАМИ В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Косьянова Т.Р.¹, Рязанова Л.Г.¹, Леонов Н.Н.²

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»

E-mail: kosianova1996@gmail.com; luda.agro@mail.ru

Аннотация. Изучены основные микопатогены яблони в условиях влажных субтропиков Краснодарского края, определены устойчивые сорта яблони к основным возбудителям болезней для целесообразной закладки садов в фитосанитарной зоне – влажных субтропиков Краснодарского края.

Ключевые слова: яблоня, болезни растений, парша, мучнистая роса, монилиоз, поражаемость сортов, устойчивость сортов, влажные субтропики.

Annotation. The main mycopathogens of the apple tree were studied in the conditions of wet subtropics of the Krasnodar Territory, stable apple varieties were identified to the main pathogens of diseases for the appropriate planting of orchards in the phytosanitary zone – the wet subtropics of the Krasnodar Territory.

Key words: Apple tree, plant diseases, scab, powdery mildew, moniliosis, susceptibility of varieties, resistance of varieties, humid subtropics.

Самая распространенная плодовая культура земного шара – яблоня. Мировое производство плодов этой важной промышленной культуры составляет, в зависимости от года, 21-25 млн. т. Такое широкое распространение культура получила за счет ее ценных биолого-производственных признаков. Поэтому ее возделывание во многих странах мира успешно [5,6].

Яблоня – лидер по валовому производству плодов и площади насаждений в садоводстве России. Плоды этой культуры пользуются большим спросом как у населения, так и в перерабатывающей промышленности. Насаждения промышленных садов в Краснодарском крае занимают большую площадь, которая с каждым годом увеличивается. [4,5]

В хозяйствах Краснодарского края средняя величина урожаев яблони ориентировочно равна 159 ц/га. В то же время, как морфологические, так и физиологические особенности формирования генеративного потенциала и плодоношения в связи с патогенезом основных болезней яблони исследованы недостаточно. [3,4].

Отрицательное воздействие на снижение качества плодов, урожайность и долговечность насаждений семечковых культур оказывает пораженность их грибными и бактериальными заболеваниями в период вегетации [7].

Из заболеваний, по-прежнему, экономически значимой остается парша, распространенными – мучнистая роса и филостиктоз. Следует отметить, в последнее время сильный урон насаждениям яблони наносит опасный карантинный вид – бактериальный ожог [1,10,11].

Проведение профессионального мониторинга необходимо для оператив-

ного предупреждения развития того или иного объекта, что позволяет установить видовой состав основных фитопатогенов, чувствительные фазы развития яблони необходимые для проведения эффективных защитных мероприятий. Уровень и величина потерь урожая, вызванные болезнями, вредителями и сорняками, являются обобщающим показателем фитосанитарного состояния агроценозов в хозяйствах и эффективности защитных мероприятий. Эффективность защиты растений сильно различается в зависимости от региона и культуры [1,2].

Исследования проводились на опытных участках и лаборатории отдела защиты растений Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур, на кафедре фитопатологии, энтомологии и защиты растений Кубанского ГАУ.

Для определения видового состава микопатогенов яблони в условиях влажных субтропиков в течение вегетации проводились отборы образцов (листья, плоды, побеги) с признаками болезни. Идентификацию патогенов и учеты проводили по общепринятым методикам [8,9].

Наблюдения проводили на следующих сортах: Прима, Флорина, Фуджи, Слава Победителям, Голден Делишес, Уэлси, Сочи 3.

В результате исследований установлено, что в условиях влажных субтропиков на яблоне встречаются следующие вредные объекты: *Venturia inaequalis* (W.), *Podosphaera leucotricha* (E.), *Monilinia laxa* (A.), *Monilinia fructigena* (H.), *Alternaria mali* (Roberts) и др.

В ходе микологического анализа в условиях влажных субтропиков из листьев, побегов, плодов, стволов и корней яблони выделено 14 видов патогенов (табл. 1).

Таблица 1 – Видовой состав и места локализации патогенной микрофлоры яблони в условиях влажных субтропиков, г. Сочи.

Болезнь	Возбудитель	Место локализации				
		Листья	Побеги	Плоды	Ствол	Корни
1	2	3	4	5	6	7
Альтернариоз	<i>Alternaria mali</i> (Roberts).	+	-	+	-	-
Бурая пятнистость (филостиктоз)	<i>Phyllosticta mali</i> (P.)	+	-	-	-	-
Горькая гниль (антракноз)	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.)	-	-	+	-	-
	<i>Neofabraea alba</i> (V.)	-	-	+	-	-
	<i>Neofabraea perennans</i> (K.)	-	-	+	-	-
Монилиоз	<i>Monilinia laxa</i> (A.)	+	+	+	-	-
Плодовая гниль	<i>Monilinia fructigena</i> (H.)	-	-	+	-	-
Мучнистая роса	<i>Podosphaera leucotricha</i> (E.)	+	+	+	-	-
Обыкновенный рак	<i>Neonectria ditissima</i> (T.)	-	-	-	+	-
Парша яблони	<i>Venturia inaequalis</i> (W.)	+	-	+	-	-
Чёрный рак	<i>Sphaeropsis malorum</i> (P.)	+	-	+	+	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Корневые гнили:						
Опёнок осенний	<i>Armillaria mellea</i> (K.)	-	-	-	-	+
Стволовые гнили						
Щелелистник обыкновенный	<i>Schizophyllum commune</i> (Fr.)	-	-	-	+	-
Рыжий трутовик	<i>Polyporus fulvus</i> (Fr.)	-	-	-	+	-

Условные обозначения: + – наличие; - – отсутствие; – *Ascomycota*; – *Basidiomycota*; – *Deuteromycota*.

В результате микологического анализа в условиях влажных субтропиков из листьев, побегов, плодов, стволов и корней яблони выделено 14 видов патогенов, относящиеся к трем отделам (сумчатые – 14,0%, базидиальные – 22,0 % и несовершенные грибы – 64,0%), различающиеся по органотропной и онтогенетической специализациям.

Для целесообразного и эффективного применения мероприятий по защите яблони от патогенов, необходимо изучить динамику поражаемости того или иного сорта, учитывая его устойчивость или восприимчивость к возбудителям заболеваний и особенности климата той зоны, в которой возделывается сад. Поэтому в 2017 году мы провели учеты на наличие заболевания по основным фазам вегетации яблони: цветения и роста побегов (11 мая), образования завязей (7 июня), роста плодов (7 июля), созревания плодов (12 августа).

В результате маршрутных обследований сада были выявлены самые вредоносные (в условиях влажных субтропиков) патогены *Venturia inaequalis* и *Podosphaera leucotricha*. Динамику распространения парши и мучнистой росы провели на 7 сортах различных сроков созревания (рис. 1, 2).

Максимальное распространение парши наблюдалось у сорта Фуджи (85%) на дату учета – 12 августа (фаза созревания плодов), а минимальное у сорта Сочи 3 (0%) и Прима (0%). Так же, для зоны с повышенной влажностью, среднее распространение заболевания проявилось на сортах Голден Делишес (56%), Слава Победителям (51%), Уэлси (46%) и Флорина (50 %).

Пик распространения *Podosphaera leucotricha* на листьях яблони был зафиксирован по нарастающей на момент учета – 7 июня (фаза образования завязей) на сорте Голден Делишес (67%), являющийся сильно восприимчивым к мучнистой росе. Максимальное распространение – у средневосприимчивых сортов – 11 мая (фаза цветения и роста побегов): Прима (31%), Слава Победителям (34%) и Сочи 3 (29%). У слабовосприимчивых сортов на ту же дату показатель был ниже предыдущих – Фуджи (23%), Флорина (21%), на сорте Уэлси заболевание не было зафиксировано (0 %), так как он является устойчивым к мучнистой росе.

Рисунок 1 – Поражаемость сортов яблони возбудителем парши *Venturia inaequalis* (W.) в условиях влажных субтропиков, г. Сочи, 2017 г.

Рисунок 2 – Поражаемость сортов яблони возбудителем мучнистой росы *Podosphaera leucotricha* (E.) в условиях влажных субтропиков, г. Сочи, 2017 г.

Таким образом, среди 7 – из сортов яблони для закладки садов в условиях влажных субтропиков подходят сорта: Прима и Сочи 3 (т.к. именно они обладают устойчивостью к парше и слабовосприимчивы к мучнистой росе); Уэлси, обладающий устойчивостью к мучнистой росе и слабой восприимчивостью к парше; Флорина, который слабовосприимчив ко всем патогенам.

Не подходят сорта для возделывания в условиях с повышенной влажностью, обладающие высокой восприимчивостью к парше и монилиозу – Фуджи, к мучнистой росе – Голден Делишес.

По сроку созревания плодов четкой зависимости поражаемости не выявлено.

Библиографический список

1. Алейникова, Н. В. Экологизация систем защиты семечкового сада на юге Украины в меняющихся условиях внешней среды. / Н.В. Алейникова, Е.С. Галкина // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2015. – Т. 18. – С. 189 – 199.
2. Баздырева, Г.И. Интегрированная защита растений от вредных организмов / Г.И. Баздырева, Н.Н. Третьякова, О.О. Белошапкина // – М.: ИНФРА-М, 2014. – 302 с.
3. Бунцевич, Л.Л. О сопряжённости органогенеза и этапов развития основных болезней яблони / Л.Л. Бунцевич, М.А. Костюк // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2017. – № 45(03) – С. 122 – 130.
4. Гегечкори, Б.С. Практикум по плодоводству / Б.С. Гегечкори, А.А. Кладь, Т.Н. Дорошенко. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 345 с.
5. Дорошенко, Т.Н. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России / Т.Н. Дорошенко, Н.В. Захарчук, Л.Г. Рязанова. – Краснодар, 2010. – 131 с.
6. Колесников, В.А. Плодоводство / В.А. Колесников. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
7. Комардина, В.С. Фитосанитарное состояние и структура доминирования патогенных микроорганизмов в молодых семечковых садах Беларуси / В.С. Комардина // Сборник научных трудов ГНБС. – 2017. – Т. 144 (Ч.2). – С. 181-185.
8. Методические указания по фитосанитарному и токсикологическому мониторингам плодовых пород и ягодников / В.М. Смольякова, Н.А. Холод, М.Е. Подгорная. – Краснодар, 1999. – 83 с.
9. Хохряков, М.К. Определитель болезней растений / М.К. Хохряков, Т.Л. Доброзракова, К.М. Степанов, М.Ф. Летова. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
10. Angeli, S. Comparative analysis of *Monilinia fructicola* and *M. laxa* isolates from Brazil / S. Angeli, L. May De Mio, L. Amorim // Ciência Rural. – 2017. – В. 30. – №47. – S. 2-7.
11. Wurms, K. Control of powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) on apple seedlings using anhydrous milk fat and soybean oil emulsions / K. Wurms, A. Chee // Plant pathology. – 2011. – В. 64. – №10. – S. 201-208.

УДК 631.42

ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛАБИЛЬНЫХ ФОРМ ГУМУСА В ПРОФИЛЕ

Котова Е.В., Щеглов Д.И.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж

E-mail: tena1996@mail.ru, dpoch@mail.ru

Резюме. Следуя работам Крыщенко В.С., проведен анализ гумус-гранулометрических отношений в автоморфных и полугидроморфных почвах. Выявлены особенности взаимосвязи гранулометрического состава и распределения лабильных форм гумуса в профиле. Установлено, что насыщенность физической глины активными гумусовыми веществами напрямую связана с их содержанием в этой фракции и находится в обратной зависимости от степени насыщенности физической глины илистой фракцией.

Ключевые слова: чернозем, лугово-черноземная почва, гранулометрический состав, гумус-гранулометрические отношения, лабильные формы гумуса.

Summary: Following the works of Kryshchenko V.S., the analysis of humus-granulometric relations in automorphic and semihydromorphic soils is carried out. The regularities of the relationship between the granulometric composition and the distribution of labile forms of humus are revealed in profiles. It was established that the saturation of physical clay with active humus substances is directly related to its content in physical clay and is reverse dependent on the degree of saturation of physical clay silt fraction.

Key words: chernozem, meadow chernozem soil, particle size distribution, humus-particle size dis-

Введение. Содержание гумуса в почве напрямую связано с особенностями гранулометрического состава, с количеством физической глины, пылеватых частиц и ила. По данным Крыщенко В.С. именно в них сосредоточено 85-95% всего гумуса. При этом в верхних горизонтах почв фракции мелкой и средней пыли часто вносят в содержание гумуса больший вклад (примерно 60-70%), чем илистая фракция. Наряду с количеством тонких фракций важно учитывать и соотношение физическая глина/физический песок, от которого зависит глубина гумификации, соотношении лабильной и инертной части, а также общее содержание гумуса [1].

Цель, объекты и методы исследования. Целью данной работы был анализ влияния гранулометрического состава на распределение лабильных форм гумуса в профиле почв. Объектами исследования стали типичные черноземы и лугово-черноземные почвы Панинского района Воронежской области. Для исследования были заложены полнопрофильные разрезы до глубины 150-160 см, из которых послойно отбирались почвенные образцы. В отобранных образцах общие анализы выполнены общепринятыми методами. Гранулометрический состав определялся методом пипетки с обработкой пирофосфатом натрия по Н.А. Качинскому.

Обсуждение результатов. Крыщенко В.С. [2] при исследовании гумус-гранулометрических отношений полидисперсной системы почв (ПСП) все показатели условно разделил на два блока: первый характеризует дисперсность, а второй – гумусированность.

В первом блоке учитываются фактический гранулометрический состав (содержание физической глины (Z), ила (α_{ϕ}) и физической пыли (β_{ϕ}), которая представляет собой сумму средней и мелкой пыли) и базовые значения илистой (α_{δ}) и пылеватых (β_{δ}) фракций, а также константы динамического равновесия (K) и степень насыщенности физглины илом (V), значения которых представлены в таблице 1. Все эти обозначения связываются рядом строгих зависимостей [2]. Так, например, базовое содержание илистой фракции как статистически его вероятная величина для данного значения физической глины будет равно квадрату массы физической глины деленному на 100, т.е. $\alpha_{\delta}=0,01*Z^2$ [2].

Так как в исследуемых почвах фактические значения ила меньше, чем базовые, то константа динамического равновесия имеет индекс «j» и находится по формуле: $K_j=Z/V_{\alpha}=\alpha_{\delta}/\alpha_{\phi}$. При этом рассматриваемые ПСП недонасыщены илистой фракцией, что свидетельствует о наличии процессов облесовывания. Важно отметить, что в исследуемых почвах константы динамического равновесия наиболее близки к 1, то есть к квазиравновесному состоянию, при насыщенности физической глины илом равной 50-60%. Например, наименьшее значение K_j (равное 1,05) наблюдается в профиле типичного чернозема, где показатель V достигает 60%, а в лугово-черноземной почве $K_j=1,08$ отмечается при степени насыщенности физической глины илом равной 58,6%. Наиболее

далеки от равновесного состояния верхние горизонты обеих почв, здесь константы динамического равновесия достигают величин более 1,30.

Таблица 1 – Значения фактического и базового содержания фракций и константы динамического равновесия

Глубина, см	Фактическое значение, %			Базовое значение, %		Степень насыщен- ности физглины илом	Константа дин. рав- новесия
	Z	α_{ϕ}	β_{ϕ}	$\alpha_{\bar{\phi}}$	$\beta_{\bar{\phi}}$		
	<0,01 мм	<0,001 мм	0,01- 0,001 мм	<0,001 мм	0,01- 0,001 мм	V_{α}	K_j
Разрез 0118 Чернозем типичный среднегумусный мощный тяжелосуглинистый на карбонатной лессовидной глине							
0-10	58,44	24,78	33,66	34,15	24,29	42,4	1,38
20-28	54,72	23,78	30,94	29,94	24,78	43,5	1,25
30-40	57,91	26,66	31,25	33,54	24,37	46,0	1,26
42-50	57,55	29,85	27,70	33,12	24,43	51,9	1,11
60-70	64,00	33,28	30,72	40,96	23,04	52,0	1,23
80-90	63,03	37,84	25,19	39,75	23,28	60,0	1,05
105-115	68,24	39,00	29,24	46,57	21,67	57,1	1,19
150-160	65,70	38,31	27,39	43,16	22,54	58,3	1,23
Разрез 0318 Лугово-черноземная среднегумусная мощная тяжелосуглинистая на карбонатной лессовидной глине							
0-10	59,81	27,50	32,31	35,77	24,04	46,0	1,30
20-27	58,29	29,47	28,82	33,98	24,31	50,6	1,15
40-50	58,91	28,55	30,36	34,70	24,21	48,5	1,21
60-70	61,35	34,28	27,07	37,64	23,71	55,9	1,10
80-90	65,61	37,84	27,77	43,05	22,56	57,7	1,14
100-110	66,23	38,16	28,07	43,86	22,37	57,6	1,15
130-140	63,46	37,17	26,29	40,27	23,19	58,6	1,08
150-160	65,44	38,88	26,56	42,82	22,62	59,4	1,10

Второй блок показателей, характеризующий гумусированность, включает в себя: содержание гумуса на 100 г почвы (y_2), содержание гумуса на 100 г физической глины (x), степень насыщенности физической глины гумусом (W), величины которых приведены в таблице 2. Содержание гумуса на 100 г почвы (y_2) – это концентрация гумуса физической глины (x), разбавленная в n раз физическим песком. Показатель x при константе динамического равновесия K_j находится по формуле: $x=y \cdot K_j$ [2], а для большей конкретизации отношений гумусированности и дисперсности в конкретном почвенном образце вводится показатель степени насыщенности физической глины гумусом (W), который находится по формуле $W=100 \cdot x/z$.

На основе полученных данных можно выявить взаимосвязь гранулометрических показателей с содержанием лабильных форм гумуса (лабильного, подвижного и водорастворимого).

Содержание лабильного и подвижного гумуса в исследуемых почвах имеют близкие значения, причём в лугово-черноземных почвах этих веществ содержится больше, по сравнению с типичными черноземами. Так, например, в верхнем 10-сантиметровом слое типичного чернозема количество лабильного гумуса составляет 0,33%, а в лугово-черноземной почве – 0,35%, а подвижного – 0,34 и 0,35% соответственно. Водорастворимого гумуса содержится крайне мало – менее 0,1%. Это возможно связано со сроком отбора почвенных образцов и интенсивности процессов минерализации [3]. Также важно отметить, что ниже 60-70 см происходит резкое снижение содержания всех лабильных форм гумуса, так как примерно на этой глубине проходит граница между гумусовым профилем и горизонтом В.

В почвенных образцах, где степень насыщенности физической глины илом менее 50%, обогащенность этой фракции лабильным гумусом составляет более 0,4%, подвижным – более 0,5%, а водорастворимым – более 0,1%. Коэффициент корреляция между этими показателями для лабильного гумуса в обеих почвах составляет -0,96, то есть эти показатели находятся в тесной отрицательной зависимости. Множественный коэффициент детерминации $D=r^2$ при этом равен 0,92. Это показывает, что на 92% вариативность результативного признака ($W_{лгв}$) обусловлено именно влиянием изменения степени насыщенности физической глины илом.

Таблица 2 – Взаимосвязь гранулометрических показателей почвы и содержания гумуса разной степени подвижности

Глубина, см	Лабильный гумус (лгв)			Подвижный гумус (пов)			Водорастворимый гумус (вов)		
	$y_{г (лгв)}$	$x_p (лгв)$	$W_{лгв}$	$y_{г (пов)}$	$x_p (пов)$	$W_{пов}$	$y_{г (вов)}$	$x_p (вов)$	$W_{вов}$
Разрез 0118 Чернозем типичный среднегумусный мощный тяжелосуглинистый на карбонатной лессовидной глине									
0-10	0,33	0,46	0,79	0,34	0,47	0,80	0,05	0,07	0,11
20-28	0,26	0,33	0,60	0,28	0,35	0,64	0,06	0,08	0,15
30-40	0,22	0,28	0,48	0,23	0,29	0,50	0,05	0,06	0,10
42-50	0,21	0,23	0,40	0,22	0,24	0,42	0,04	0,04	0,07
60-70	0,16	0,20	0,31	0,16	0,20	0,31	0,02	0,02	0,03
80-90	0,09	0,09	0,14	0,12	0,13	0,21	0,01	0,01	0,02
105-115	0,07	0,08	0,12	0,09	0,11	0,16	0,009	0,01	0,01
Разрез 0318 Лугово-черноземная среднегумусная мощная тяжелосуглинистая на карбонатной лессовидной глине									
0-10	0,35	0,46	0,77	0,35	0,46	0,77	0,06	0,08	0,13
20-27	0,30	0,35	0,60	0,31	0,36	0,62	0,05	0,06	0,10
40-50	0,26	0,31	0,53	0,27	0,33	0,56	0,05	0,06	0,10
60-70	0,19	0,21	0,34	0,21	0,23	0,37	0,02	0,02	0,03
80-90	0,15	0,17	0,26	0,17	0,19	0,28	0,02	0,02	0,03
100-110	0,13	0,15	0,23	0,14	0,16	0,24	0,01	0,01	0,02

Корреляция между степенью насыщенности физической глины илом и подвижным гумусом также отрицательна. В типичном черноземе коэффициент составляет -0,94, в лугово-черноземной почве – -0,97. При этом величины D равны 0,88 и 0,94 соответственно. Поэтому результирующий признак зависит от факторного (I) на 88% в типичном черноземе и на 94% в лугово-черноземной почве.

Зависимость степени насыщенности физической глины водорастворимым гумусом и илом характеризуется коэффициентами корреляции -0,92 у типичного чернозема и -0,98 у лугово-черноземной почвы.

Выводы. Почвы в целом характеризуются оптимальными соотношениями гранулометрических фракций (физическая глина/физический песок и ил/пыль) и обогащены илистыми частицами, содержание которых нарастает с глубиной. Однако, относительно «идеальной» равновесной системы, исследуемые почвы недонасыщены илом. Константы динамического равновесия наиболее близки к стационарному значению при насыщенности физической глины илом в интервале от 50 до 60%.

Наибольшие величины степени насыщенности физической глины лабильными формами гумуса наблюдаются при меньшем содержании ила, чем пылеватых фракций, что также свидетельствует о том, что в рассматриваемых почвах эта группа частиц более обогащена гумусовыми веществами. Насыщенность физической глины мобильными гумусовыми веществами напрямую связана с их количеством в физической глине и находится в обратной зависимости от обогащенности физической глины илом (соответственно, содержания илистой фракции). Причём в профиле лугово-черноземной почвы по всем мобильным формам гумуса наблюдается более тесная корреляция факторного и результирующего признаков. Здесь степень насыщенности физической глины подвижным гумусом зависит от насыщенности илом на 94%, водорастворимым – на 96%, тогда как эти показатели в типичном черноземе соответственно равны 88% и 85%.

Библиографический список

1. Ахтырцев Б.П. Зависимость состава гумуса от гранулометрического состава в почвах лесостепи/ Б.П. Ахтырцев, Л.А. Яблонских // Почвоведение. – 1986. – №7. – с 114-120
2. В.С. Моделирование отношений элементов полидисперсной системы почв с использованием эталона сравнения / В.С. Крыщенко, Т.В. Рыбнянец, И.В. Замулина, О.А. Бирюкова, Н.Е. Кравцова // Электронное периодическое издание ЮФУ «Живые и биокосные системы». – 2013. – № 2. – с. 9-22
3. Семенов В.М. Почвенное органическое вещество / В.М. Семенов, Б.М. Когут. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.

**СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ
КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ
ПЯТИ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАЙОНОВ
БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Кречетников В.В., Кречетникова Е.О., Титов И.Е., Курбаков Д.Н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии», Обнинск
E-mail: viktor.krechetnikov@mail.ru

Резюме. На основании данных оценки кадастровой стоимости радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных земель была создана база данных результатов оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения пяти радиоактивно загрязненных районов Брянской области. База данных содержит информацию о уровнях загрязнения, почвенных характеристиках, нормативной урожайности, затратах на возделывание сельскохозяйственных культур и расчете дополнительных затрат на реабилитационные мероприятия, направленные на получение сельскохозяйственной продукции, удовлетворяющей нормативным требованиям.

Ключевые слова: кадастровая стоимость, авария на ЧАЭС, сельское хозяйство, радиоактивное загрязнение, Брянская область, реабилитационные мероприятия

Авария на ЧАЭС привела к масштабному загрязнению земель сельскохозяйственного назначения. В наибольшей степени радиоактивному загрязнению подверглись семь экономически развитых и густонаселенных юго-западных районов Брянской области. Плотность загрязнения на значительных территориях была настолько высока, что исключало производство и использование получаемой на них сельскохозяйственной продукции. Это привело к серьезным экономическим последствиям, поскольку эти регионы относились к зонам интенсивного агропромышленного производства.

Для улучшения радиационной обстановки в период с 1986 по 1992 гг. интенсивно проводились реабилитационные мероприятия, что позволило обеспечить производство сельскохозяйственной продукции, соответствующей принятым нормативам. Несмотря на достигнутые успехи в ликвидации последствий аварии, к настоящему времени не удалось полностью обеспечить радиационную безопасность при ведении хозяйственной деятельности на загрязненных территориях, что обуславливает необходимость продолжения реабилитационных работ. Это усложняет ведение хозяйственной деятельности на загрязненных территориях и увеличивает затраты на производство.

Поскольку кадастровая стоимость земельного участка является основой для начисления земельного налога и определяет величину ставки арендной платы необходима корректная кадастровая оценка земель с учетом затрат на дополнительные мероприятия по минимизации накопления радионуклидов сельскохозяйственными культурами.

Оценка кадастровой стоимости радиоактивно загрязненных земель сельскохозяйственного назначения включает определение удельных показателей

их кадастровой стоимости и определение кадастровой стоимости земельных участков (удельный показатель, умноженный на площадь), занятых радиоактивно загрязненными сельскохозяйственными угодьями. Полученные данные оценки кадастровой стоимости были собраны в базу данных результатов оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения пяти радиоактивно загрязненных районов Брянской области.

База данных результатов оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения пяти наиболее радиоактивно загрязненных районов Брянской области создана с использованием системы управления базами данных (далее - СУБД) Access-2016. Объектами базы данных являются таблицы для хранения информации, запросы, формы и макросы. СУБД Access-обеспечивает все возможности обработки и управления данными при работе с большими объемами информации. Структура базы данных результатов оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения пяти наиболее радиоактивно загрязненных районов Брянской области на рисунке 1.

Рисунок 1 – Логическая структура базы данных результатов оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения пяти наиболее радиоактивно загрязненных районов Брянской области

База данных заполнялась информацией, полученной в результате измерений проб почв, отобранных на территории сельскохозяйственных предприятий Брянской области, в результате комплексного агрохимического и радиологического обследования земель.

Источником информации по загрязнению сельскохозяйственных земель являлись подразделения агрохимической службы Минсельхоза России и подразделения Россельхознадзора, осуществляющие радиационный контроль.

Сбор экспериментальной информации производился с бумажных и электронных носителей. Все единицы измерения приведены к метрической системе СИ.

В базу данных включена информация для 67 сельскохозяйственных предприятий Брянской области. В дальнейшем банк данных будет пополняться, и список сельскохозяйственных предприятий будет расширен. В банке данных представлено 22 вида типов почв и 8 видов механического состава. При создании банка данных были выделены следующие виды сельхозугодий: пашня, пастбище, сенокос, сад, заливной луг (пастбище), заливной луг (сенокос), лес, В 2014 году перечень видов угодий был расширен.

В таблице «Данные для расчета» банка данных внесено 42530 записей. Добавлена информация за несколько туров радиационного обследования для Брянской области: 1986 г., 1996-98 гг., 2002-03 гг., 2008-09 гг. и 2017-2018 гг.

Таблицы «Затраты на возделывание» и «Затраты на поддержание плодородия» базы данных включает в себя информацию о затратах, необходимых на поддержание плодородия участков и затраты на возделывание участка при выращивании различных культур. В таблице «Контроль» банка данных содержится 94 записей.

В таблицах «Рыночная стоимость зерна», «Рыночная стоимость картофеля» и «Рыночная стоимость сена» базы данных приведена информация о рыночной стоимости данной продукции за разные года.

В таблице 1 приведена общая статистика по заполнению базы данных результатов оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения пяти наиболее радиоактивно загрязненных районов Брянской области.

Таблица 1 – Общая статистика по наполнению базы данных результатов оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения пяти наиболее радиоактивно загрязненных районов Брянской области

Наименование	Количество записей
Районы	5
Года обследования	10
Хозяйства	67
Название почвы	25
Мехсостав	8
Вид угодий	5
Затраты на возделывание	48
Затраты на поддержание плодородия	48
Рыночная стоимость зерна	6
Рыночная стоимость картофеля	6
Рыночная стоимость сена	6
Данные для расчета	42530

**ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СПК ИМ. К. МАРКСА
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ
СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Кречетникова Е.О., Кречетников В. В., Титов И. Е., Кузнецов В.К.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт

радиологии и агроэкологии», Обнинск

E-mail: evg.krechet@yandex.ru

Аннотация. Для радиоактивно загрязненной территории СПК им. К. Маркса разработан ГИС проект с использованием информации о содержании ^{137}Cs в почве. Для создания ГИС проекта разработаны: электронные карты размещения сельскохозяйственных территорий; структуры севооборотов; распределения значений удельной активности ^{137}Cs на сельскохозяйственных угодьях; рельефа. Созданный ГИС проект и соответствующие базы данных будут использованы для сбора, хранения и анализа результатов обследования с целью проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Ключевые слова: адаптивно-ландшафтное земледелие, ГИС проект, сельскохозяйственные территории, авария на ЧАЭС, радиационная безопасность.

Сельскохозяйственные территории СПК им. К. Маркса подверглись радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС. При ведении сельского хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях основной проблемой является риск получения продукции, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям. Одним из способов обеспечить производство нормативно чистой продукции является проведение адресных реабилитационных мероприятий, основанных на принципах адаптивно-ландшафтного земледелия [1]. При этом необходимо учитывать уровни и характер загрязнения сельскохозяйственных земель, агроландшафтные особенности территорий, специфику ведения отдельных отраслей растениеводства и кормопроизводства. Для обработки, анализа и визуализации этих данных целесообразно использовать географические информационные системы, которые содержат средства анализа, играющие ключевую роль в принятии обоснованных решений, эффективные средства представления данных в форме карт, трехмерных моделей и др.

При создании ГИС проекта была проведена векторизация карт СПК им. К. Маркса с бумажных носителей и внесена соответствующая пространственно-ориентированная атрибутивная информация. Информация о структуре севооборотов и расположении элементарных участков взята с картосхемы расположения сельскохозяйственных угодий (рисунок 1). Информация об административно-хозяйственной характеристике и рельефе взята с топографической карты масштаба 1:500000 (рисунок 2).

ГИС проект «Ведение сельского хозяйства на территории СПК им. К. Маркса» создан в среде ArcMap 10.5, входящей в состав пакета ArcGis. Объектами проекта являются атрибутивные таблицы для хранения информации и электронные карты для визуализации данных. ArcMap обеспечивает все возможности обработки и управления данными при работе с большими объемами информации. Проект открыт для внесения новых и редактирования существующих данных в случае необходимости. Все географические данные приведены к единой системе координат - WGS84.

Атрибутивные таблицы данных проекта содержат информацию о характеристиках элементарных участков (площадь, севооборот, номер поля, номер участка в поле), типах землепользования, типах почвы, содержании ^{137}Cs в почвах сельскохозяйственных территорий, высоте над уровнем моря (таблица 1).

Таблица 1 – Описание атрибутивной информации в ГИС проекте

Имя поля	Тип данных	Пояснение
FID	счетчик	присваивается автоматически каждому объекту в таблице
Shape	текстовый	тип объекта
№ поля	числовой	Номер поля
№ участка	числовой	Номер элементарного участка
Севооборот	числовой	Тип севооборота
Площадь	числовой	Площадь участка, га
Землепользование	текстовый	Тип землепользования
Тип почвы	текстовый	Тип почвы
Мехсостав	текстовый	Мехсостав почвы
^{137}Cs	числовой	Плотность загрязнения участка ^{137}Cs , кБк/м ²

На основе атрибутивных данных в ГИС проекте были созданы электронные карты пространственного распределения удельной активности ^{137}Cs в почве исследуемой территории. Плотности загрязнения сельскохозяйственных территорий ^{137}Cs по результатам последнего тура обследования варьируют в диапазоне 37 – 296 кБк/м².

Разработанный ГИС проект наглядно отражает современное состояние почвенного покрова, системы землепользования и радиозэкологическую обстановку и может быть использован для сбора, хранения и анализа результатов обследования с целью проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Проект открыт для внесения новых и редактирования существующих данных в случае необходимости.

Библиографический список

1. Кузнецов В.К. Научные основы и системы мероприятий по реабилитации радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных территорий в адаптивно-ландшафтном земледелии: автореф. на соиск. ученой степ. докт. биол. наук. Обнинск, 2014. 50 с.

УДК 632.954.633.52:631.4 ГРНТИ 68.37.13

БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ МЕР В ЛЬНОВОДСТВЕ И КОНОПЛЕВОДСТВЕ

Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь

E-mail: mila.zaytseva.2018@mail.ru

Аннотация. Регуляторы роста – Лостор и Артафит – были эффективны против возбудителей бактериоза, антракноза и крапчатости /озониза/ льна и способствовали повышению урожайности льна и конопли. Разрабатываемый нами новый биопрепарат снизил засоренность посевов льна и конопли названными сорняками.

Ключевые слова. Регулятор роста, биопрепарат, лен, конопля, повышение урожайности, эффективность.

Annotation. The growth regulators – Lostor and Artaphit – effective against bacteriosis, anthracnose, ozoniose flax and contribute increasing the yield of flax and hemp. New biological product reduced contamination of crops called weeds of flax and hemp.

Keywords. Growth regulator, biological product, flax, hemp, saved yield, efficiency.

Постановка проблемы. В льноводстве, коноплеводстве и в других отраслях растениеводства, одновременно с задачей повышения урожайности и качества продукции, на современном этапе развития цивилизации возрастающее значение имеет экологическая безопасность пестицидных и агрохимических средств, применяемых при возделывании сельскохозяйственных культур и получаемого урожая. Вероятно, наибольшие риски этого плана возникают при решении вопросов защиты растений [1].

Анализ публикаций по теме. Повышение устойчивости культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам достигается различными способами, важнейшим из которых является использование регуляторов роста растений (РРР) – антистрессовых соединений различной природы [9; 10]. Стрессы, возникающие, в частности, при внесении гербицидов, могут приводить к нарушению метаболических функций, генеративного развития, повреждению структур, и в результате, – к снижению продуктивности растений. Применение соединений, индуцирующих комплекс защитных реакций, нивелирует негативное воздействие неблагоприятных факторов и способствует сохранению урожая сельскохозяйственных культур [3; 7].

На культуре льна испытан и зарегистрирован ряд новых гербицидов и регуляторов роста растений, из которых наше внимание привлекли Кортес, Хармони, Тарга Супер [1], Артафит, Лостор [7; 8].

Научная новизна и народнохозяйственная значимость наших исследований определяется их приоритетом и возможностью экологизации, рационализации элементов технологий возделывания льна и конопли в части их защиты от болезней, вредителей и сорняков при повышении уровня охраны природы в льноводческих регионах.

Цель работы – поиск новых эффективных биологизированных защитно-

стимулирующих и гербицидных средств, обеспечивающих получение качественной продукции при возделывании льна и конопли при возможном снижении количества применения некоторых химических пестицидов и даже при их замене безопасными биологическими средствами.

Объекты и методы исследований. Из новых защитно-стимулирующих препаратов, позволяющих одновременно повышать устойчивость культурных растений к стрессовым факторам (в том числе к болезням, повреждениям фитофагами и угнетениям пестицидами), а, кроме того, – усиливать ростовые и формообразовательные процессы, то есть влиять на урожай льна и конопли и его качество, были испытаны рострегуляторы Лостор, КРП, содержащий биологизированные соединения Si, B, Cu (включенные в органические структуры) и Артафит, ВРК (полидиаллилдиметиламмоний хлорид, 100 г/л).

Поисковым объектом испытаний явился разрабатываемый нами новый биопрепарат с, предположительно, гербицидными и защитно-стимулирующими свойствами: смесь спор головни /уроцистоза/ пырея ползучего и душистой ржавчины /пукциниоза/ бодяка щетинистого.

Полевые эксперименты были проведены на базе института льна в Торжокском районе Тверской области. Их методологию предписывали указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом [4], по регистрационным испытаниям пестицидов [2]. Статистико-агрономическая оценка результатов опытов уточнялась в соответствии с методикой научной агрономии [5; 6].

Результаты исследований и их обсуждение. При фитопатологических учетах в поле подтверждена достоверная эффективность обработки семян средством Артафит, а также его композициями с ТМТД и особенно с новым синтетическим препаратом Лостор – против болезней льна: пораженность всходов антракнозом снизилась в 24 раза; крапчатостью – в 31 раз (а в варианте с композицией Артафит + Лостор эта болезнь вообще отсутствовала); против бактериоза Артафит и его смесь с Лостором были эффективны практически на 100%.

Энтомологические учеты показали, что обработка семян этими препаратами и особенно их композицией (Артафит + Лостор) обеспечила снижение поврежденности всходов льна блошками льняными, по сравнению с контролем, – на 3,5-4,5 балла.

Обработка семян и посевов льна Артафитом и Лостором положительно влияла на полевую всхожесть семян, густоту стеблестоя культурных растений, их устойчивость к полеганию, эффективность гербицидов в сниженных нормах применения, на высоту и массу культурных растений, в итоге – статистически достоверно – на урожайность соломы и семян льна, которая в наиболее урожайном варианте (с Артафитом), соответственно, на 25,9 и 4,6 ц/га была выше показателей контроля (27,7 и 3,1 ц/га при $НСР_{05} = 1,5$ и 0,2 ц/га). Артафит был эффективен и на культуре конопли.

Опрыскивание посевов льна в фазу «елочки» композицией гербицидов: Кортес (0,005 кг/га)+Хармони (0,01кг/га) + Тарга Супер (1,5 л/га) обеспечило биологическую эффективность против двудольных и злаковых сорняков (по снижению их массы) – на уровне 94-96 %.

Опрыскивание опытных делянок комбинацией инфекции болезней сорняков (*U. agropyri* и *P. suaveollens* 1:1; 0,1кг/га) и гербицида Кортес (0,005 кг/га) [по фону обработки семян *U.* и *P.*] было эффективно против злаковых сорняков на 62,2 %. Действие на пырей ползучий, вероятно, обеспечила инфекция возбудителя головни пырея – *U. agropyri*. Против двудольных сорняков разрабатываемый препарат был эффективен на 92,8 %. Этот показатель, видимо, является результатом совокупного действия сниженной нормы применения гербицида Кортес и инфекции душистой ржавчины бодяка – *P. suaveollens*.

Использование биопрепарата на основе инфекции болезней сорняков и гербицида Кортес (в сниженной норме применения) положительно (по сравнению с контролем) повлияло на густоту стеблестоя, длину и массу растений льна, в конечном счете – достоверно – на урожайность льнопродукции.

Биопрепарат: *U. agropyri* и *P. suaveollens* (1:1; 0,1кг/га) [по фону обработки семян *U. agropyri* и *P. suaveollens* (1:1; 0,1кг/т)] показал аналогичные результаты в посевах конопли.

Выводы.

1. Изучаемые нами защитно-стимулирующие препараты Артафит и Лостор – эффективно защищают лен от антракноза, крапчатости и бактериоза, способствуют повышению урожайности льнопродукции. Препарат Артафит зарегистрирован в «Государственном каталоге пестицидов...» на культурах льна и конопли.

2. Новый, разрабатываемый нами биопрепарат (смесь инокулюма головни /уроцистоза/ пырея ползучего и душистой ржавчины /пукциниоза/ бодяка щетинистого – снижает засоренность названными сорняками посевов льна и конопли.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (ГЗ № 075-00 853119-00)

Библиографический список

1. Алырчиков Ф.В., Савоськина О.А., Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Агрономическая и организационно-экономическая разработка способов применения средств, снижающих проявление сорняков и болезней в посевах льна, как элементов технологии его возделывания в Центральном Федеральном округе РФ // Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». – 2018. – №1 (31). – С. 3-4. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35232909>.
2. ВИЗР. Методические указания по испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве. // С.-Пб.: ВИЗР. – 2009. – С. 159-173.
3. Вихрева В.А., Лебедева Т.Б., Надёжка Е.В. Применение антистрессовых препаратов при гербицидной обработке в посевах ярового ячменя // Агрохимия 2011. – № 5. – С.46 – 53.
4. ВНИИЛ. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. // Торжок: ВНИИЛ, 1978. – 72 с.
5. Кирюшин Б.Д. Введение в опытное дело и статистическую оценку // Методика научной агрономии. Часть 1. М.: МСХА, 2004. – 168 с.
6. Кирюшин Б.Д. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов // Методика научной агрономии. Часть 2. М.: МСХА, 2005. – 200 с.
7. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Захарова Л.М., Алибеков М.Б., Алырчиков Ф.В., Савоськина О.А. Теоретические и методические инновации в учетах и прогнозах болезней, вредителей и сорняков льна, в испытании против них нового высокомолекулярного препа-

рата, способствующего фитосанитарной стабилизации льноводства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №3 (72). – С. 215-220. DOI: 10.21515/1999-1703-72-215-220. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35559735>.

8. Кудрявцев Н.А., Захарова Л.М., Зайцева Л.А. Инновации в мониторинге болезней, вредителей и сорняков льна, в использовании против них высокомолекулярного препарата // «Владимирский Земледелец». – 2018. № 2 (84). – С. 32-37. DOI: 10.24411/2235-2584-2018-00017. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35424251>.

9. Рассохин В.В. Действие регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы и микрофлору почвы // Агрохимия и экология: история и современность. – Н. Новгород. – 2008. – Т. 2 – С.176-179.

10. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений. – М. 2008. С. 54-87.

УДК 631. 51

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА НАКОПЛЕНИЕ И РАСХОД ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Кузина Е.В.

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства -
филиал СамНЦ РАН, Ульяновск.

E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru.

Реферат. В статье показаны преимущества использования гребнекулисных способов обработки почвы в зернопаровом севообороте. Установлено, что при их применении отмечался более благоприятный режим увлажнения метрового слоя почвы, повышалась эффективность использования влаги на 12-19 % по сравнению с ежегодной вспашкой.

Ключевые слова: обработка почвы, гребнестерневые кулисы, продуктивная влага, вспашка, севооборот.

Abstract. The article shows the advantages of using grebenkovsky ways of processing of soils in grain-fallow crop rotation. It was found that when using them, there was a more favorable mode of humidification of the meter-long soil layer, and the efficiency of using moisture increased by 12-19 % compared to annual plowing.

Key words: tillage, combs, productive moisture, plowing, crop rotation.

Влага в почве является одним из основных факторов плодородия. Именно запасами влаги в почве определяется уровень урожайности. От влагообеспеченности сельскохозяйственных культур зависит их продуктивность [1,2]. Лесостепь Среднего Поволжья расположена в зоне неустойчивого увлажнения, поэтому дефицит влаги чаще всего является здесь одним из основных факторов лимитирующих формирование урожая. В связи с этим для более полного использования высокого естественного плодородия черноземных почв необходимо проведение мероприятий, направленных на накопление и сохранение влаги в почвах. Одним из способов решения проблемы повышения урожайности и, самое главное, устойчивости получения продукции может стать правильная обработка почвы, которая сводится к двум моментам: во-первых, обработкой необходимо и возможно создание условий максимального аккумуляции атмосферных осадков, во-вторых – обеспечить экономное расходование влаги на создание урожая культур [4]. В связи со сказанным целью наших исследований являлось изучение формирования запасов продуктивной влаги в

зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница, сидеральный пар (горчица), озимая пшеница, ячмень.

Для качественной влагозарядки почвы в хозяйстве нужно иметь щелерез, плоскорез, глубокорыхлитель, при помощи которых можно нарезать щели или проводить рыхление. Щелевание позволяет запасти дополнительно больше влаги для будущего урожая. Недаром такую технологию называют малым орошением. В подавляющем большинстве хозяйств области давно перестали применять влагонакопительные мероприятия: щелевание, посев кулис из высокостебельных растений, снегопахи и т.д. Задержание и накопление снега на полях различными способами увеличивает дополнительное поступление воды в почву на 30-50мм. Эту проблему можно в полной мере решить применением комбинированных многофункциональных орудий ОП-3С, ОП-6С, предложенных в ГНУ НИИСХ Юго-Востока. Эти орудия при выполнении гребнекулисной технологии обеспечивают минимализацию обработки почвы, лучшие влагонакопительные и почвозащитные свойства. Конструкции этих машин позволяет в процессе гребнекулисной обработки почвы выполнять за один проход несколько технологических операций: создавать минерализованные полосы, формировать гребнестерневые кулисы и локальные водопоглощающие элементы. За счет стерневых кулис способствовать лучшему снегозадержанию и повышению запасов воды в почве [3].

В процессе наших исследований установлено, что наиболее эффективными по улучшению водного режима почвы весной были мелкая гребнекулисная обработка и гребнекулисная с почвоуглублением до 30-32 см, которые за счет создания водоемкого гребнекулисного микрорельефа увеличивали запасы продуктивной влаги по отношению к контролю в пахотном слое соответственно на 6-11 % в метровом слое на 6-13 %, тем самым способствовали более благоприятной влагообеспеченности растений изучаемых в опыте культур (таблица 1).

Таблица1 – Влияние способов обработки почвы на запасы продуктивной влаги, мм

Варианты обработки почвы	Культуры севооборота								Ср. по сево- обороту	
	Оз. пшеница по ч/пару		Яр. пшеница		Оз.пшеница по сид./пару		Ячмень			
	0-30	0-100	0-30	0-100	0-30	0-100	0-30	0-100	0-30	0-100
Весной										
1	23,2	97,4	32,2	131,2	14,3	88,2	38,1	137,5	26,9	113,6
2	24,6	99,9	32,4	138,9	14,2	94,7	39,4	140,3	27,6	118,4
3	20,7	104,0	31,8	135,5	19,3	99,8	42,6	143,2	28,6	120,6
4	22,3	94,6	31,1	126,4	15,9	92,5	33,0	122,0	25,6	108,9
5	20,5	87,4	26,6	119,6	11,9	88,2	32,3	127,3	22,8	105,6
6	23,4	95,2	31,4	133,6	14,4	87,4	32,6	124,1	25,4	110,1
7	25,1	106,8	32,5	145,7	16,7	108,5	45,0	151,9	29,8	128,2

Примечание под цифрами обозначены технологии обработки почвы: 1-отвальная на 20-22 см; 2-безотвальная на 20-22 см; 3-гребнекулисная на 10-12см; 4- Мелкая на 10-12см; 5-без основной осенней обработки; 6-лушение со стернеукладчиком на 6-8см; 7- Гребнекулисная с почвоуглублением до 30-32см.

К уборке содержание продуктивной влаги по вариантам опыта снижалось в связи её с расходом на испарение и формирование урожая, однако закономерность сохранялась.

Важным показателем эффективности способов обработки почвы является расход продуктивной влаги на единицу урожая – коэффициент водопотребления, который зависит не только от общего расхода влаги, но и от уровня урожайности культуры. В среднем за годы исследований на одну тонну зерна на вариантах с гребнекулисной обработкой расходовалось наименьшее по сравнению с другими вариантами количество влаги (90,2-90,7 мм/т). Несмотря на то, что урожай на этих вариантах был выше уровня вспашки на 0,29-0,33 т/га, влага на его формирование расходовалась экономнее. На вспашке коэффициент водопотребления составил 96,1 мм/т, на беспашотных вариантах с обычной, мелкой и поверхностной обработкой разница в сравнении с контролем была невелика 92,7-94,9 мм/т, при отказе от основной осенней обработки эффективность использования влаги снижалась на 5 % по сравнению с традиционной вспашкой и более чем на 11% по сравнению с вариантами гребнекулисной обработки. А урожайность на этом варианте уступала вспашке на 0,17 т/га и гребнекулисным обработкам на 0,45-0,49 т/га.

Таким образом, в засушливых условиях Поволжья урожайность сельскохозяйственных культур в большей мере зависит от степени обеспеченности растений влагой. Поэтому одной из наиболее важных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом, является накопление и удержание почвенной влаги. Причем в первую очередь речь идет об осадках, выпадающих в осенне-зимний период, так как летние осадки (особенно кратковременные) промачивают лишь верхний слой почвы и быстро испаряются. Применение гребнекулисной обработки под культуры зернопарового севооборота, способствует лучшему сохранению структуры почвы и повышению ее водопрочности, за счет гребневых кулис улучшает влагообеспеченность растений, повышает эффективность использования влаги более чем на 12-19 %. Это позволяет повысить продуктивность пашни при возделывании сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Кузина Е.В. Ресурсосберегающие способы и сроки обработки почв при возделывании зерновых культур в равнинных условиях Среднего Поволжья // Автореферат кандидатской диссертации - Саратов, 2006. – 21 с.
2. Немцев С.Н., Сабитов М.М., Никитин С.Н. Сохранение плодородия почв в Ульяновской области // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 12-13.
3. Способы гребнекулисной обработки почвы и перспективные орудия для ресурсосберегающих технологий / Метод. реком. – Саратов, 2007. – С. 64.
4. Шарипова Р.Б Агроклиматическая оценка атмосферных засухи урожайности на территории ГНУ УНИИСХ/Шарипова Р.Б., Сабитов М.М.//Аграрный вестник Юго-Востока. 2013. – № 1-2 (8-9). – С. 70-72.

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ СМЫТОСТИ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ В ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ

Кузнецов А.В.

ФГБНУ «Курский ФАНЦ» г. Курск

E-mail: kuzneczov.1983@mail.ru

Аннотация: Показано, что в результате увеличения степени смытости чернозёма типичного происходит снижение содержания микробной биомассы. При средней степени смытости чернозёма типичного содержание микробной биомассы увеличивается.

Ключевые слова: чернозём типичный, эрозия почвы, чернозём типичный незродированный, чернозём типичный слабосмытый, чернозём типичный слабонамытый, углерод микробной биомассы.

В настоящее время одной из острейших экологических проблем является охрана почвенного покрова от процессов деградации [8]. Успешное решение этой проблемы возможно лишь на основе глубокого всестороннего изучения последствий, причин и условий эрозии почв и разработки научных основ охраны и рационального использования земельных ресурсов [9].

Эрозия почвы – это разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и переотложением почвенного материала [7]. Однако под влиянием эрозии происходит не чисто механический процесс смыва верхней части почвенного профиля, а меняются и свойства почвы [5].

Почвенные микроорганизмы, их биомасса, являясь наиболее активной и чувствительной составной частью почвы, служат своеобразными биоиндикаторами её плодородия и экологического состояния.

Поэтому изучение влияния эрозии на содержание микробной биомассы в чернозёме типичном является одной из важнейших задач земледелия, почвоведения и экологии.

Исследования проводились на опытном поле ВНИИЗиЗПЭ – структурного подразделения ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Курская область Медвенский район п. Панино) на склоне северной экспозиции (средняя часть и нижняя часть) крутизной до 3° и водораздельном плато. А так же в некосимой степи Стрелецкого участка Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алехина.

Объектами исследования были чернозёмы типичные тяжелосуглинистые разной степени смытости: 1) незродированные (несмытые) под пашней на водораздельном плато и в некосимой степи; 2) на пашне слабосмытые и слабонамытые (зернопаропропашной севооборот).

Отбор смешанных почвенных образцов на всех объектах исследования проводился в прикопках и разрезах после уборки урожая по глубинам 0-25 см и 25-50 см.

Наблюдения, анализы и учет проводились согласно существующим методикам, принятым в полевых и лабораторных исследованиях по почвоведению.

Степень смытости и намытости черноземов определяли по классификации предложенной С.С. Соболевым [3, 6]. Определение содержания углерода микробной биомассы (C_{MB}) проводили в свежих почвенных образцах – регидратационным методом с использованием для расчета $K_s = 0,25$ [1].

Для оценки степени смытости и намытости необходимо провести выбор «эталона» незэродированной почвы. Существует два основных подхода к выбору «эталона» незэродированной почвы 1) в качестве «эталона» берут профиль незэродированной почвы на водоразделе [2, 7]; 2) в качестве «эталона» берут почвенный профиль на склоне под естественной растительностью в сравнимых условиях [5].

Поэтому в качестве «эталонных» незэродированных почв были выбраны: 1) профиль незэродированной почвы на водораздельном плато и 2) профиль почвы под естественной растительностью на Стрелецком участке некосимой степи Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алехина.

Как видно из данных представленных на рисунке 1 под воздействием процессов эрозии в 0-25 см и 25-50 см слое чернозёма типичного по сравнению с «эталонами» незэродированной почвы значительно снижается содержание углерода микробной биомассы (C_{MB}).

Рисунок 1 – Влияние степени смытости на содержание углерода микробной биомассы в чернозёме типичном

Так, при возрастании степени смытости чернозема типичного по сравнению с «эталон» на водоразделе в 0-25 см слое почвы снижается содержание углерода микробной биомассы в 1,5 раза, а по сравнению с «эталон» на некосимой степи в 4 раза. При этом в 25-50 см слое чернозёма типичного слабосмытого по сравнению с рассматриваемыми незэродированными чернозёмами типичными на водоразделе и некосимой степи снижение содержания C_{MB} было менее значительным (в 1,3 раза и 2,3 раза).

Однако в 0-25 см и 25-50 см слое чернозёма типичного намытого по срав-

нению с «эталон» на водоразделе отмечается незначительная тенденция увеличения содержания C_{MB} на 3,8% и 11,9% соответственно. В то же время в рассматриваемых слоях чернозёма типичного намытого по сравнению с «эталон» на некосимой степи содержания C_{MB} снижалось в 2,6 и 1,6 раза соответственно.

Таким образом, увеличение степени эродированности чернозема типичного до слабосмытого приводит в 0-25 см и 25-50 см слое к значительному снижению (1,5-1,3 раза и 4-2,3 раза) содержания углерода микробной биомассы по сравнению с «эталоном». Слабая степень намытости чернозема типичного в рассматриваемых слоях по сравнению с «эталон» на пашне водораздельного плато вызывает лишь незначительное увеличение содержания углерода микробной биомассы (на 3,8% и 11,9%). Однако в 0-25 см и 25-50 см слое слабонамытого чернозёма типичного по сравнению с «эталон» на некосимой степи содержание C_{MB} было значительно ниже (в 2,6 и 1,6 раза).

Библиографический список

1. Благодатский, С.А. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве / С.А. Благодатский, Е.В. Благодатская, А.Ю. Горбенко, Н.С. Паников // Почвоведение. – 1987. – № 4. – С. 64-71.
2. Заславский М.Н. Некоторые вопросы классификации и картографирования эродированных почв // Вопросы эрозии и повышения продуктивности склоновых земель Молдавии. Кишинев, 1962. – Т. 2.
3. Классификация и диагностика почв СССР. – М., «Колос», 1977. – 221 с (М-во сельск. хоз-ва СССР. Гл. упр. землепользования и землеустройства. Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева ВАСХНИЛ).
4. Наумов С.В. К вопросу классификации смытых почв // Почвоведение. – 1965. – № 5. – С. 50-68.
5. Преснякова Г.А. О классификации смытых почв // Почвоведение. – 1956. – № 10. – С. 69-90.
6. Соболев, С.С. Защита почв от эрозии и повышение их плодородия. – М.: Сельхозиздат, 1961. – С. 231.
7. Сурмач Г.П. Рельефообразование, формирование лесостепи, современная эрозия и противоэрозионные мероприятия. Волгоград, 1992. – 175 с.
8. Черкасов, Г.Н. Проблемы почвенных ресурсов центрального черноземья / Г.Н. Черкасов, Н.П. Масютенко, О.Г. Чуян // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия Материалы научно-практической конференции Курского отделения межрегиональной общественной организации «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». Доклады в авторской редакции. 2010. – С. 3-7.
9. Эрозия и охрана почв: учебник для среднего профессионального образования / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 387 с. – (Профессиональное образование).

УДК 631.95;631.45;502/504

ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ ^{137}Cs В ПОЧВЕННОМ ПРОФИЛЕ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Кузнецов В.К., Спиридонов С.И., Иванов В.В., Санжаров А.И.

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт

радиологии и агроэкологии, г. Обнинск.

E-mail: vkkuzn@yandex.ru

Резюме. Проведено сопоставление зависимостей концентрации ^{137}Cs в почве от глубины залегания почвенного слоя для различных лет после формирования радиоактивного загрязнения почв.

Ключевые слова: ^{137}Cs , радионуклиды, вертикальная миграция, черноземные почвы, математические модели.

На скорость миграции радионуклидов влияет комплекс факторов, среди которых можно выделить физико-химические свойства радиоактивных выпадений, погодно-климатические условия, физико-географические особенности региона, свойства почв и характер подстилающей поверхности. Распределение радионуклидов в почвенном профиле и удаление из корнеобитаемой зоны определяет размеры накопления их в сельскохозяйственных культурах, травостое пастбищ и сенокосов и, далее, в продукции животноводства. Процессы, вызывающие миграцию радионуклидов в почвах, разнообразны по своей природе. К ним относятся: конвективный перенос (фильтрация атмосферных осадков в глубь почвы, капиллярный подток влаги к поверхности в результате испарения, термоперенос влаги под действием градиента температуры); диффузия свободных и адсорбированных ионов; перенос по корневым системам растений; перенос на мигрирующих коллоидных частицах (лессиваж); роющая деятельность почвенных животных; хозяйственная деятельность человека [1]. Эти факторы не являются равнозначными, так как интенсивность и продолжительность их действия различны и зависят от конкретных условий, что в свою очередь обуславливает различия в характере распределения радионуклидов по профилю почвы.

Цель исследования – анализ параметров миграции и оценка динамики распределения ^{137}Cs по профилю черноземных почв в разные годы после аварии на ЧАЭС.

Методика. Исследования проводили с 1988 по 2016 гг. на плакорных целинных участках Тульского НИИ сельского хозяйства, подвергшихся радиоактивному загрязнению. С этой целью в разные периоды после аварии на Чернобыльской АЭС проводился послойный отбор образцов по профилю почвенного горизонта до глубины 35 см. Почвенный покров представлен среднесуглинистым выщелоченным черноземом. Определение ^{137}Cs проводилось γ-спектрометрическим методом на многоканальном анализаторе IN 1200 с германиевым детектором GM с ошибкой измерения $\pm 10\%$ и последующим расчетом удельной активности и запаса ^{137}Cs в разных слоях почвенного горизонта.

Результаты. Установлено, что после выпадения ^{137}Cs на почвенно-

растительный покров происходит активный процесс миграции и перераспределения ^{137}Cs в основных компонентах агроэкосистем. При этом наиболее выражен этот процесс для верхнего 10 см слоя почвы. Расчеты показали, что если в 1988 г. более 90% запаса содержалось в верхнем 5 см слое, то через 5 лет в этом слое содержалось только 58,2%, из них 32,8% в слое 0-2 см. Вместе с тем существенно возросло содержание ^{137}Cs в 5-10 см слое, в котором общий запас ^{137}Cs возрос до 28%. Однако суммарное количество ^{137}Cs в слое 0-5 см более чем в 2 раза превышает соответствующие значения в слое 5-10 см. В последующие 6 лет процесс перераспределения ^{137}Cs происходил за счет выравнивая запасов ^{137}Cs в верхних и возрастания в нижележащих слоях. Наблюдаемая интенсивная миграция ^{137}Cs в профиле черноземных почв в первые годы после радиоактивных выпадений может быть обусловлена естественными процессами перемешивания почвенной массы в верхнем слое за счет кольматажа, проникновения частиц в почвенные поры и трещины вследствие сезонных процессов набухания и высыхания (педотурбация), деформаций, связанных с промерзанием и оттаиванием (криотурбация) и с землеройной деятельностью многочисленных почвенных животных (биотурбация), а также выносом ^{137}Cs корневыми системами растений. Все эти процессы наиболее выражены в черноземных почвах и происходят наиболее активно по сравнению с дерново-подзолистыми почвами [2].

Подсчет личинок майского хруща в весенний период отбора проб показал, что их количество на водораздельных участках ландшафтов варьирует от 35 до 55 шт./м², что указывает на чрезвычайно большую заселенность черноземных почв личинками жуков и сильную степень их опасности для сельскохозяйственных культур. В совокупности с активной деятельностью дождевых червей, населяющих гумусные слои почвы [3], следует признать биотурбационные процессы весьма значимым фактором для интенсификации перераспределения ^{137}Cs в верхних слоях черноземных почв. К и Na.

Глубина проникновения ^{137}Cs в 2007-2016 гг. возросла до 30-35 см. При этом удельные активности ^{137}Cs в слоях 0-2 и 2-5 см в 2010 г. практически сравнялись по своим значениям. Вместе с тем общий запас ^{137}Cs в слое 2-5 см в силу большей своей емкости в 1,5 раза превышал соответствующие значения в слое 0-2 см. Следует отметить, что с 2007 г. стадия активного перераспределения ^{137}Cs в слое 0-10 см практически завершилась и в дальнейшем наблюдается стабилизация запасов ^{137}Cs в верхних слоях черноземных почв.

Согласно результатам параметризации двухкомпонентной конвективно-диффузионной модели, скорость конвективного переноса «медленной» компоненты ^{137}Cs в черноземных почвах составляет 0,11 см/год [4]. В этом случае явно выраженный максимум концентрации ^{137}Cs через 30 лет после выпадений должен находиться на глубине 3,5 см. Вместе с тем в реально наблюдаемых условиях максимальная концентрация ^{137}Cs зафиксирована по истечении указанного периода в верхнем слое почвенного профиля. Таким образом, использование конвективно-диффузионной модели [4] для долгосрочного прогнозирования вертикальной миграции этого радионуклида является недостаточно

обоснованным.

Наименьшее различие между концентрациями ^{137}Cs в слоях 0-2 и 2-5 см наблюдается на луговом участке. На участке лесополосы под кроной деревьев с отличными от луговых угодий условий в водно-воздушном режиме и жизнедеятельности почвенных животных, содержание ^{137}Cs в слое 0-2 см в 1,1 раза выше, чем в слое 2-5 см и отмечается менее выраженная вертикальная миграция ^{137}Cs по почвенному профилю (рис. 1).

Рисунок – 1. Распределение ^{137}Cs по почвенному профилю целинного участка лесополосы (а) и лугового участка (б)

Таким образом, выпавшие на поверхность агроландшафтов радионуклиды, включаясь в биогеохимические и миграционные процессы, определяют специфические особенности складывающихся радиоэкологических ситуаций на разных видах сельскохозяйственных угодий. Выявлено, что в долгосрочный период времени происходит стабилизация распределения ^{137}Cs по почвенному профилю. В связи с чем при планировании агротехнических и агрохимических мероприятий, направленных на повышение плодородия почв и минимизацию накопления радионуклидов в растениеводческой продукции следует проводить учет всей совокупности агро- и радиоэкологических факторов. С этой целью в каждом конкретном случае необходимо установить (определить) количественные параметры радиоактивного загрязнения и характер распределения радионуклидов по профилю почв. Установлено, что конвективно-диффузионных представлений недостаточно для долгосрочного прогнозирования вертикальной миграции ^{137}Cs . При разработке моделей, описывающих перемещение ^{137}Cs в профиле черноземных почв необходимо учитывать модифицирующие факторы, влияющие на распределение ^{137}Cs , включая педо- крио- и биотурбационные процессы.

Библиографический список

1. Прохоров В. М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. Физико-химические механизмы и моделирование. - М.: Энергоатомиздат, 1981. – 98 с.
2. Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. – М.: Дрофа, 2005. – 367 с.
3. Гиляров, М.С., Криволицкий Д.А. Жизнь в почве – М.: Издательство Ростовского университета, 2011. – 240 с.
4. Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эф-

фекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий: под ред. чл.-корр. РАН Н.И. Санжаровой и проф. С.В. Фесенко. – М.: РАН, 2018. – 278 с.

УДК: 633.18:57:632.7

ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЗЕРНА РИСА В ВИДЕ ТЕМНЫХ ПЯТЕН СОРТОВ, ДОПУЩЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В 1996-2008 И 2010-2016 ГГ.

Кумейко Т.Б., Туманьян Н.Г.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» г. Краснодар

E-mail: tatkumeyko@yandex.ru; TNGerag@yandex.ru

Резюме. Изучено повреждение зерновок риса в виде темных пятен в полевых условиях сортов Рапан, Олимп, Кураж, Флагман, Новатор, Атлант, Фаворит, Патриот, Казачок 4 в урожаях 2018, 2019 гг., выращенных в Краснодарском крае. Отмечены повреждения у Куража, Олимпа и Новатора в 2019 г., у Флагмана и Новатора в 2018 г.

Ключевые слова: рис, интенсивность повреждения, поврежденные ядра в крупе, темные пятна.

Summary. Rice grain damage in the form of dark spots to rice varieties Rapan, Olimp, Kurazh, Flagman, Novator, Atlant, Favorit, Patriot, Kazachok 4 grown in 2018, 2019 in Krasnodar region was studied in field conditions. Damage was noted in Kurazh, Olimp and Novator in 2019, in Flagman and Novator in 2018.

Key words: rice, damage intensity, damaged kernels, dark spots

На хлебоприемных предприятиях в зерновой массе риса выявляют поврежденные зерна, на поверхности семенной, плодовой оболочках и эндосперме, которых видны темные пятна. Внешний вид крупы и потребительские достоинства ухудшаются. В полевых условиях в период налива зерна повреждение зерновок происходит из-за развития бактериальной и грибной микрофлоры и укусов насекомых-вредителей. В 2012 г. «повреждение зерна» привело к снижению рентабельности производства крупы риса при содержании поврежденных 25 %. Как правило, это обусловлено благоприятными погодными условиями для роста и размножения насекомых-вредителей [1]. Из-за погодноклиматических условий в 2012 году раньше обычного активизировались луговой мотылек, клоп-черепашка, другие насекомые-вредители [2]. Возбудители болезни поражают зерно в стадии молочной спелости. Болезнь приобретает острую форму в июле и августе в годы, когда стоит высокая температура воздуха [3].

Цель исследований. Оценка содержания поврежденных зерен риса в виде темных пятен у сортов, допущенных к использованию в 1996-2008 и 2010-2016 гг., выращенных в Абинском районе Краснодарского края в 2018, 2019 гг.

В качестве материала исследований служили сорта селекции ФГБНУ «ФНЦ риса»: Новатор, Флагман, Рапан, Атлант, допущенных к использованию в 1996-2008 гг.; Фаворит, Олимп, Патриот, Кураж, Казачок 4, допущенных к использованию в 2010-2016 гг. урожаев 2018, 2019 гг., выращенных в Абинском районе Краснодарского края [4,5].

Исследования проводили на рисовых луговых выщелоченных средне-

мощных легкоглинистых почвах в Абинском районе Краснодарского края. Реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 6,8-7,2). Содержание валового азота варьирует от 0,20 % до 0,23 %, общего фосфора от 0,18 % до 0,22 %. Обеспеченность почв доступными формами элементов питания меняется: средняя – по легкогидролизуемому азоту (4,10 мг/100 г); средняя – по подвижным соединениям калия (25 мг/100 г); низкая – по подвижным соединениям фосфора (12,2 мг/100 г) [6]. Минеральные удобрения вносили в подкормку (N₁₂₀P₉₀K₆₀). Уборку проводили 02.11.2018, 23.10.2019 гг. Математическую и статистическую обработку данных проводили по Дзюбе [7].

Результаты исследований. Для прогнозирования качества урожая сортов риса по содержанию поврежденных ядер в виде темных пятен необходимо изучение комплекса признаков качества зерна урожая, выращенного в различных погодно-климатических условиях. Результаты по содержанию поврежденных ядер в крупе сортов, допущенных к использованию в 1996-2008 и 2010-2016 гг., выращенных в Абинском районе Краснодарского края, представлены в таблице.

Таблица – Содержание поврежденных ядер в крупе риса сортов, выращенных в Абинском районе, % (2018, 2019 гг.)

Сорт	Год	Доза азота, д.в.	Содержание поврежденных ядер в крупе, %
Рапан, ст.	2019	N ₁₂₀	0,0
	2018	N ₁₂₀	0,0
Новатор	2019	N ₁₂₀	0,2
	2018	N ₁₂₀	0,3
Флагман	2019	N ₁₂₀	0,0
	2018	N ₁₂₀	0,2
Атлант	2019	N ₁₂₀	–
	2018	N ₁₂₀	0,0
Фаворит	2019	N ₁₂₀	0,0
	2018	N ₁₂₀	0,0
Олимп	2019	N ₁₂₀	1,2
	2018	N ₁₂₀	0,0
Патриот	2019	N ₁₂₀	0,0
	2018	N ₁₂₀	0,0
Кураж	2019	N ₁₂₀	0,6
	2018	N ₁₂₀	0,0
Казачок 4	2019	N ₁₂₀	0,0
	2018	N ₁₂₀	0,0
НСР ₀₅			0,02

Интенсивность повреждения ядер в крупе риса из группы сортов, допущенных к использованию, была различной: Рапан и Атлант не имели поврежденных ядер в крупе в 2019 и 2018 гг., Новатор имел повреждение в 2018, 2019 гг., у Флагмана выявлено повреждение ядер в 2018 г. Из группы сортов риса, допущенных к использованию в 2010-2016 гг. у сортов риса Фаворит, Патриот

и Казачок 4 не выявлено содержание поврежденных ядер в крупе. В 2019 г. содержание поврежденных ядер составило у Куража 0,6 %, у Олимпа – 1,2 %. По результатам исследований содержание поврежденных ядер в крупе риса в виде темных пятен по сортам и годам исследований была различной.

Выводы. Интенсивность повреждения ядер в крупе риса в виде темных пятен у сортов, выращенных в Абинском районе в 2018, 2019 гг. была различной. Необходимы дальнейшие исследования по выявлению повреждения зерна риса в виде черной пятнистости, как реакции на агроклиматические условия, вредоносного действия определенных видов насекомых, основных факторов, влияющих на развитие и распространение патогена в полевых условиях.

Библиографический список

1. Методические указания по повышению качества риса / Под ред. д.с.-х.н., проф. С.В. Гаркуши. – Краснодар: ЭДВИ, 2019. – С. 7.
2. Сайт ФГБУ Объединенная редакция МЧС России. Портал МЧС Медиа www.Mchsmedia.ru.
3. Пересыпкин, В.Ф. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания / В.Ф. Пересыпкин, С.А. Тютерева, Г.С. Баталова. – М., 1991 – 233 с.
4. Каталог сортов риса и овощебахчевых культур кубанской селекции. – Краснодар: Эд-ви, 2016. – 160 с.
5. Каталог сортов риса. Сорта и гибридов овощных и бахчевых культур / ФГБНУ «ВНИИ риса»; сост. С.В. Гаркуша [и др.]. – Краснодар: [ИП Профатилов], 2018. – 60 с.
6. Кумейко, Т.Б. Влияние азотных удобрений на технологические признаки качества сортов риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края / Т.Б. Кумейко, Н.Г. Туманьян // Рисоводство. – 2019. – № 4(45). – С. 95-101.
7. Дзюба, В.А. Многофакторный опыт и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба // Методические рекомендации (доп.). – Краснодар, 2007. – 76 с.

УДК 631.52:633.18

СОДЕРЖАНИЕ АМИЛОЗЫ В ЗЕРНЕ РИСА СОРТОВ УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

¹Кумейко Т.Б., ²Туманьян Н.Г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр риса", Краснодар

E-mail: ¹tatkumeyko@yandex.ru, ²TNGerag@yandex.ru

Резюме. В статье приведены результаты по содержанию амилозы в зерне риса сортов украинской селекции (Серпневый, Премиум, Виконт, Адмирал, Командор) растений, выращенных на ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса» (поселок Белозерный) в 2018, 2019 гг. По результатам исследований сорта риса украинской селекции были отнесены к группе низкоамилозных.

Ключевые слова: рис, сорт, крахмал, зерно, содержание амилозы.

Summary. The article presents on amylose content in rice grain of varieties of Ukrainian breeding (Serpenyevy, Premium, Vikont, Admiral, Comandor) grown on experimental plot of FSBSI FSC of rice (Belozerny) in 2018, 2019. By results of research rice varieties of Ukrainian breeding may be referred to group of low amylose varieties.

Key words: rice, variety, starch, grain, amylose content.

Создание сортов риса, конкурентоспособных по качеству зерна – важ-

нейшее направление селекционного процесса. В селекционных центрах РФ и Украины ведется селекция высокоурожайных сортов риса с высоким качеством зерна на содержание амилозы в зерне. Это актуально в связи с проблемой пищевой ценности и улучшения их кулинарных достоинств. В работе была поставлена задача оценить исходный материал риса по содержанию амилозы в крахмале зерновки сортов украинской селекции. Целью исследования было изучить биохимические признаки (содержание амилозы) качества зерна сортов украинской селекции риса. Изучены сорта риса, выращенные на ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса» (поселок Белозерный) в 2018, 2019 гг. Сорта украинской селекции выведены в условиях 46-47 градуса северной широты, следовательно, актуально изучение этих сортов в Краснодарском крае (45 градус северной широты). Почвы опытного участка рисовые лугово-черноземные слабосолонцеватые тяжелосуглинистые. Характеристика почв: гумус – 3,05 %; общие: азот – 0,18 %, фосфор – 0,13 %, калий – 0,68 %; азот легкогидролизуемый – 6,6; фосфор подвижный – 4,1; калий подвижный – 15,3 мг/100 г, pH – 7,47 [1]. Проведена оценка 6 сортов риса: Рапан (стандарт), Серпеневый, Премиум, Виконт, Адмирал, Командор (украинская селекция) по содержанию амилозы. Содержание амилозы крахмала определяли по ГОСТу ISO 6647-2-2015 [2]. Математическую и статистическую обработку данных проводили согласно методикам Дзюбы [3].

Особая роль в формировании кулинарных качеств крупы риса принадлежит амилозе (компонент крахмала). По содержанию амилозы сорта риса делятся на высокоамилозные (выше 30,0 %), умеренно высокоамилозные (26,0-27,0 %), среднеамилозные (21,0-25,0 %), низкоамилозные (10,0-20,0 %), очень низкоамилозные (2,0-9,0 %) и глютинозные (0,0 % амилозы). Для производителя важно получить максимальный объем рисопродукта из сырья, для потребителя – рисопродукт высокого качества, с привлекательным внешним видом, высокими пищевыми достоинствами, для определенного вида кулинарных блюд. Признаки качества зерна и крупы, в том числе содержание амилозы определяют предназначение сортов риса для приготовления различных видов рисопродуктов, кулинарных изделий и блюд. Наиболее важным биохимическим показателем оценки качества риса является содержание амилозы. Амилоза и амилопектин формируют структурный комплекс крахмальных зерен, который состоит из кристаллической и аморфной частей. Перед селекционерами стоит одна из главных задач – создание средне- и высокоамилозных сортов риса, при варке у которых ядра не склеиваются, из которых можно приготовить плов, рассыпчатый гарнир, супы, рагу, салаты. Степень кристалличности зерен крахмала находится в пределах 14-42 % и зависит от соотношения содержания амилозы и амилопектина. Короткие цепи в молекуле амилопектина образуют двойные спирали, которые формируют кристаллические ламели (кристаллиты). Свободные двойные спирали и кристаллиты создают так называемые полукристаллы. Нативные крахмалы при использовании в пищевых и технических целях подвергаются термической обработке в присутствии воды. Характер происходящих при этом изменений структуры зерен крахмала является отличительным при-

знаком вида крахмала. При повышении температуры водных крахмальных суспензий более 30 °С происходит частичный разрыв водородных связей молекул в зерне крахмала, который ведет к изменению микроструктуры. При этом резко возрастает гидратация амилозы и амилопектина и соответственно увеличиваются размеры зерен - происходит их так называемое «набухание». При повышении температуры амилоза частично диффундирует из аморфной части зерен и переходит в раствор, а амилопектин остается в основном в нерастворенном состоянии. При разрушении зерен происходит деструкция кристаллической части зерен, полисахариды переходят в раствор, и начинается процесс клейстеризации. В нативных крахмалах, получаемых промышленным способом, соотношение амилозы и амилопектина составляет в среднем 1:3, т.е. содержание амилозы находится на уровне 24-28 %. Если же оно превышает 30 %, то крахмал считается высокоамилозным, так как на его реологические характеристики существенное влияние начинают оказывать свойства амилозы [4-9].

Показано, что за годы исследований содержание амилозы в сортах украинской селекции невысокое и варьирует от 16,8 до 18,7 %, все сорта относятся к группе низкоамилозных. Содержание амилозы у сорта Виконт было выше и варьировало от 18,3 % до 18,7 % (2018, 2019 гг.). Командор по содержанию амилозы занял второе место после сорта риса Виконт, его содержание составило 18,1 % и 17,9 % в 2018 и 2019 гг. соответственно. С увеличением количества амилозы повышаются кулинарные характеристики. Так, например, сорта риса Рапан, Адмирал и Серпeneвый рекомендуются к использованию для приготовления каш и блюд японской кухни, а сорта риса Виконт, Командор для приготовления ризотто, паэльи, плова, гарниров. Это белозерные сорта риса, которые по типу зерновки относятся к круглозерным, среднезерным и длиннозерным. Данные по содержанию амилозы сортов риса украинской селекции за два года исследований (2018, 2019 гг.) представлены в таблице.

Таблица – Содержание амилозы в зерне сортов украинской селекции Рапан, Серпeneвый, Премиум, Виконт, Адмирал, в урожаях 2018, 2019 гг.

Сорт	Содержание амилозы, %	
	2018 г.	2019 г.
Рапан, ст.	16,0	16,5
Серпeneвый	16,8	17,0
Премиум	16,9	17,3
Виконт	18,3	18,7
Адмирал	17,2	16,8
Командор	18,1	17,9
НСР ₀₅	0,09	0,08

Содержание амилозы у сортов украинской селекции несколько выше в урожае 2019 г. у сорта Виконт (18,7 %). У стандарта сорта риса Рапан в 2018 г. и 2019 г. содержание амилозы составило 16,0 % и 16,5 % соответственно.

Таким образом, по результатам исследования сорта риса украинской селекции в 2018, 2019 гг., выращенные на ОПУ ФНЦ риса (поселок Белозерный), г. Краснодар, по содержанию амилозы являлись низкоамилозными.

Библиографический список

1. Туманьян, Н.Г. Технологические признаки качества зерна риса и содержание амилозы сортов селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» и селекционной станции SA.PI.SE (Vercelli, Италия) / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, К.К. Ольховая // Рисоводство. - Краснодар, 2014. - № 1 (24). – С. 24-31.
2. ГОСТ ISO 6647-2-2015. Рис. Определение содержания амилозы. Часть 2. рабочие методы.
3. Дзюба, В.А. Многофакторный опыт и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба // Методические рекомендации (доп.). – Краснодар. – 2007. – 76 с.
4. Андреев, Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. - М.: Пищепромиздат, 2001. – 281 с.
5. Кумейко, Т.Б. Определение кулинарных достоинств по пробе Литтла и содержанию амилозы у сортов риса зарубежной селекции / Т.Б. Кумейко, Н.Г. Туманьян, К.К. Ольховая // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы АПК и перспективы развития». - Майкоп, 2017. – С. 160-164.
6. Уистлер, Р.Л. Химия и технология крахмала / Р.Л. Уистлер, Э.Ф. Пашаль М.: Пищевая промышленность, 1975. - 360 с.
7. Хьюстон, Д.Ф. Рис и его качество. – М.: Колос, 1976. – 400 с.
8. Juliano, B. // Rico, 1973, V. 22, № 2. - P. 171-184.
9. Kik, M. Nutritive studies of rice. Univ //Arkansas, Agr.Expt. Sta.bull. 1971. – 48 p.

УДК 631.45

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Курбаков Д.Н., Панов А.В., Кречетников В.В.

ФГБНУ ВНИИРАЭ, г. Обнинск

E-mail: Kurbakov007@gmail.com

Аннотация. Разработана система поддержки принятия решений (СППР) для выбора эффективных реабилитационных технологий в хозяйствах, расположенных на территориях, загрязненных тяжелыми металлами. СППР направлена на обоснование оптимальных агрохимических мероприятий с учетом экологических и экономических показателей сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: Сельское хозяйство, удобрения, реабилитационные технологии, почва, продукция, кормопроизводство, растениеводство

AUTOMATION OF THE CHOICE OF OPTIMAL AGRICULTURE MANAGEMENT TECHNOLOGIES ON THE TERRITORIES CONTAMINATED WITH HEAVY METALS

Kurbakov D. N., Panov A.V., Krechetnikov V.V.

Russian Institute of radiology and Agroecology, Obninsk, Russian Federation

Abstract. A decision support system has been developed for selecting effective rehabilitation technologies in farms located in areas contaminated with heavy metals, aimed at justifying optimal agrochemical measures with the use of ecological and economic indicators of agricultural production.

Keywords. Agriculture, fertilizers, rehabilitation technologies, soil, products, feed production, crop production

Загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) наблюдается во всех промышленно развитых регионах России. Наиболее высокие уровни загрязнения ТМ характерны для территорий, прилегающих к крупным промышленным агломерациям с приоритетом металлургического производства, химической промышленности и машиностроения [1].

Экологическая обстановка в сфере сельскохозяйственного производства определяется влиянием деятельности человека. Загрязнение почв ТМ в ряде регионов Российской Федерации достигает уровней, при которых, выращиваемая агропродукция не отвечает требованиям санитарно-гигиенических нормативов или велик риск получения такой продукции. Для организации земледелия на таких территориях применяют повышенные дозы минеральных удобрений. Однако применение высоких несбалансированных доз мелиорантов приводит к увеличению финансовых затрат на сельскохозяйственное производство. В связи с этим возникает необходимость оптимизации применения данных мероприятий. С этой целью в ФГБНУ ВНИИРАЭ (г. Обнинск) разработана база данных (БД) по эффективности реабилитационных технологий в сельском хозяйстве на территориях, загрязненных ТМ [2]. С помощью БД можно осуществлять сбор, накопление и анализ информации по эффективности агрохимических мероприятий при ведении растениеводства и кормопроизводства на территориях, загрязненных ТМ. В БД отсутствует опция расчёта экономической эффективности агрохимических мероприятий. В рамках разработанной БД, создана система поддержки принятия решения (СППР) «Оценка эколого-экономической эффективности реабилитационных технологий в хозяйствах, расположенных на территориях, загрязненных тяжелыми металлами (ОЭРТ-ТМ)», направленная на обоснование агрохимических мероприятий с оценкой экологических и экономических показателей рентабельности применяемых контрмер.

Цель исследования: разработка системы, позволяющей проводить выбор оптимальных агрохимических технологий при ведении сельского хозяйства на территориях, загрязненных ТМ, с расчетом экологических и экономических показателей эффективности.

Задача СППР ОЭРТ-ТМ:

- оценка состояния сельскохозяйственных угодий, загрязненных ТМ;
- прогнозирование экологической ситуации в сельском хозяйстве на техногенно загрязненных территориях;
- выбор стандартных и реабилитационных технологий ведения сельского хозяйства на территориях, загрязненных ТМ;
- оценка рентабельности применения стандартных и реабилитационных технологий.

Принятие решения об использовании мелиорантов проводится с учетом агрохимических свойств почв и хозяйственных условий агропроизводства. Анализ эффективности заданных сценариев использования агрохимических мероприятий и выбор наиболее оптимальных вариантов их применения осу-

ществляется с учетом возможности использования реабилитационных технологий (например, наличия необходимых ресурсов, финансовых и технических). В результате такой оценки появляется возможность определить эффективность планируемых или проводимых контрмер.

Созданная СППР представлена в виде файла MS Excel и оснащена удобным пользовательским интерфейсом. Для создания СППР использовались стандартные функции MS Excel (или, и, если и т.д.). Для корректной работы модуля применялись Microsoft Visual Basic (создание макросов) и элементы ActiveX (создание раскрывающихся списков, кнопок).

В общем виде работа такой системы выглядит следующим образом: проводится мониторинг состояния агроэкосистем, устанавливаются основные поллютанты, агрохимические характеристики почвы и состав выращиваемых сельскохозяйственных культур. Далее информация об экологической обстановке сельскохозяйственного участка вносится в бланк СППР (рис. 1).

Блок начала работы с программой, содержит 3 основных раздела: 1) Характеристика хозяйства; 2) Характеристика участка; 3) Анализ данных.

Оценка эколого-экономической эффективности реабилитационных технологий в хозяйствах, расположенных на территориях, загрязненных тяжелыми металлами

Характеристика хозяйства

Страна*: Россия
 Область*: Тульская
 Район*: Ленинский
 Хозяйство*: им. ОРЛА
 Площадь, га*: 7
 Урожайность, т/га*: 20
 Дата: 25.07.2018

Характеристика участка

Тип продукции*: Овощная 2 Отрасль производства*: Растениеводство
 Вид продукции*: Картофель 3
 Продукция*: Клубни 3
 Тип почвы*: Чернозем 2
 Механический состав*: Глинистый 1
 Загрязнитель, ТМ*: Ni
 Концентрация ТМ, мг/кг в почве*: 5
 pH*: 6
 Гумус, %*: 5
 Концентрация ТМ, мг/кг в рас.*: 5
 P2O5, мг/100 г: 4 K2O, мг/100 г: 7 Ca2+: 12

Анализ данных

Гигиенический норматив для Ni в почве (ГН 2.1.7.2041-06)	4 мг/кг	МДУ для Cu, Ni, Zn, Cr
Гигиенический норматив для Ni в картофеле (СанПин 2.3.2.1078-01)	3 мг/кг	
Превышение гигиенического норматива в почве	1,25 раз(а)	
Превышение гигиенического норматива в растительности	1,666666667	
Риск превышения нормативов при производстве с/х продукции	Подтвержден	

Требуется проведение реабилитационных технологий

Произвести подбор реабилитационных технологий

Рисунок 1 – Стартовое окно работы СППР

В случае, если наблюдается превышение санитарно-гигиенического норматива [3] в производимой на участке сельскохозяйственной продукции или существует риск такого превышения, в СППР появляется окно «Требуется проведение реабилитационных технологий», в противном случае появляется окно «Реабилитационные технологии не требуются (возможно проведение стандартных технологий для повышения урожайности)».

Следующий шаг – это выбор реабилитационных технологий с учетом их рентабельности. Варианты реабилитационных технологий отображаются в

блоке эколого-экономическая эффективность. Для оценки их эффективности необходимо ввести в данном блоке актуальные данные по экономическим показателям:

- затраты на применение агроулучшителей (аммиачная селитра, двойной суперфосфат, калийная соль, известняковая мука, навоз, и др.), а также стоимость технологических операций (хранение, подготовка к внесению, доставка к объекту, внесение, дискование, вспашка, культивация, посев семян, прикатывание и др.);

- цена реализации сельскохозяйственной продукции (соответствующей и несоответствующей санитарно-гигиеническому нормативу);

- затраты на уборку дополнительного урожая (уборка, транспортировка, доработка, хранение, реализация).

После ввода экономических показателей и внесения данных в основной блок СППР, автоматически происходит подбор нескольких эффективных реабилитационных технологий исходя из агрохимических показателей почвы, типа производимой продукции и ТМ. СППР предоставляет выбор технологии, руководствуясь критериями кратности снижения ТМ и урожайности. После выбора технологии СППР рассчитывает:

- концентрацию ТМ после применения реабилитационных технологий;
- соответствие продукции нормативу;
- урожайность;
- затраты, связанные с технологией;
- дополнительный доход;
- прибыль от реализации с/х продукции;
- рентабельность дополнительных затрат.

Завершающим этапом принятия решения об использовании реабилитационных технологий является печать отчета.

Структура компьютерной системы поддержки принятия решений является открытой, и пользователь, при необходимости, может добавлять характеристики как уже апробированных технологий, так и инновационных.

Данные из СППР «ОЭРТ-ТМ» могут быть использованы для обоснования эффективных реабилитационных технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур на загрязненных ТМ почвах с отличающимся агрохимическим и механическим составом.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.
2. Курбаков Д.Н., Панов А.В., Сотникова Н.А. Эффективность реабилитационных технологий в сельском хозяйстве на территориях, загрязненных тяжелыми металлами. Авторское свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017620776. от 18.08.2017.
3. СанПиН 2.3.2.1078-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы: Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М.: Минздрав РФ, 2002. – 64 с.

УДК 635.63:631.53.01

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СЕМЯН ГИБРИДОВ ОГУРЦА

¹Кучухидзе К.Э., ²Смоляная Н.М.

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

E-mail: ¹ks210197@mail.ru, ²n.smola@bk.ru

Резюме. Изучена поэтапная технология получения семенного материала, видовой состав болезней огурца защищенного грунта на различных гибридах в соответствии с фазами развития культуры и защита от них.

Ключевые слова: огурец, семена, болезни растений, мучнистая роса, перонофороз, фазы развития, опыление, закрытый грунт

THE ELEMENTS OF TECHNOLOGY UPON RECEIPT OF SEEDS OF HYBRID CUCUMBER

¹Kuchukhidze K.I., ²Smolanaya N.M.

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin

E-mail: ¹ks210197@mail.ru, ²n.smola@bk.ru

Summary. A step-by-step technology for obtaining seed material, the species composition of protected ground cucumber diseases on various hybrids in accordance with the phases of culture development and protection against them was studied.

Keywords: Cucumber, seeds, plant pests, developmental phases, powdery mildew, pirenopolis, the phase of development, pollination, closed ground.

Наиболее ресурсоемкой отраслью растениеводства является овощеводство закрытого грунта, которое является важной составляющей агропромышленного комплекса нашей страны. Во внесезонное время приоритетная роль в удовлетворении потребностей населения в свежих овощах принадлежит ей [1]. Овощи являются необходимой составляющей рациона здорового человека. Их сегодня принято рассматривать как функциональный продукт, они обеспечивают не только поддержку жизненных сил человека, но еще являются действенными лечебными средствами, признанными народной и научной медициной. [3]. Проведение мероприятий по защите растений одно из главных условий получения высоких урожаев огурца в теплицах, так как в теплицах создаются положительные условия как для растений, так и для вредных организмов, которые представлены вредителями и болезнями. Важно помнить, что в связи с изменением климата резко меняются и абиотические условия, растет численность и вредоносность комплекса сосущих вредителей, переносящих в том числе вирусные заболевания [5,6,7,8].

Продовольственная безопасность страны не возможна без современной селекции и семеноводства, что в полной мере относится и к тепличному овощеводству. Сейчас в России более половины площадей занято гибридами иностранной селекции, семена закупают за рубежом [3]. Одной из наиболее успешных российских компаний, решающих эту проблему, является фирма «Гавриш», создавшая селекционный центр в Крымске Краснодарского края в

1993 год. На базе данного предприятия и проводились наши исследования.

Семена получали при соблюдении определенной технологии. Материал высевали в маленькие рассадные кубики, после прорастания их переставляли в более крупные блоки, либо проводили посев в 7,5 см или 110 см кубики. Температура субстрата при проращивании поддерживалась 21-22°C. Для этого использовали отопительные трубы под стеллажом или трубы, размещаемые для подачи максимального тепла непосредственно под минераловатными плитами. Большое значение для роста и развития огурца имеет регулярность поливов. Температура воды, используемой для полива растений была равна температуре воздуха в теплице, но не менее 18°C. Общее время выращивания составляло 4 недели, при досвечивании достаточно было трех недель. Рассада имела 4-5 листьев. При выращивании огурца в теплице плотность посадки составляет 1,4-1,5 раст/м², что составляет объем субстрата не менее 10 л/м². Огурцы хорошо отзывчивы на утепление корневой зоны. Оптимальная температура субстрата составляет 21-23°C. Сразу после посадки температура днем и ночью была одинаковая 21-22°C. После этого температуру дневную постепенно поднимали до 23°C. При достижении растениями, шпалеры температуру держали на уровне 21 °C (+ поправка на свет 19°C). После сбора плодов с главного стебля, ночную температуру снижали до 18-19°C, доведя среднесуточную до 20°C. Для пасмурных дней минимальная температура 21°C в солнечные дни она могла возрасти до 28°C. Температура ростовой среды так же важна, она не была ниже 20°C, а 22°C считалось оптимальной. Огурец любит относительно теплую и влажную атмосферу. Влажность необходимо было поддерживать на уровне 80-82% [4]. Для получения семян огурца гибридного происхождения нельзя допускать опыления цветков пылью другого сорта, поэтому прибегали к искусственному опылению. В фазе желтого бутона на двух растениях оборачивали ватой женские и мужские цветки. Соотношение женских цветков к мужским было 1:3. В таком виде цветки оставляли на ночь, утром срывали мужские цветки, обрывали у них часть венчика и опыляли женские цветки. Опыленные цветки сразу же обматывали ватой и оставляли так на 3-4 дня. Их маркировали, привязав к плодоножке этикетку красного цвета. Через 45-50 дней семенные огурцы можно убирать. Они имели специфический желто-коричневый цвет и кисловатый запах. При выделении семян плоды разрезали вдоль и семена из них удаляли вручную. Затем их промывали и на сутки заливали раствором соляной кислоты в концентрации 1/9. Через сутки повторно промывали через сито под напором воды, после чего в холодную сушку на два часа, а затем в горячую на 4 часа. Тридцать суток они сохли и после попали на сортировку. На пакете обязательно указывается сорт, дата сбора. Хранят семена в сухом месте с температурой воздуха не выше 18°C [4]

Рисунок 1 – Внешний вид маркированных и собранных семенников ООО «КСЦ Гавриш» (ориг.)

Учет степени развития и распространения болезней проводили по общепринятым в фитопатологии методикам, наблюдения проводились ежедневно на гибридах огурца: Мурашка, Щедрик и Кураж [8]. В результате установлено, что в условиях защищенного грунта на семенных огурцах, в основном паразитировали мучнистая роса и во второй половине рамооборота пероноспороз [2]. Для получения зеленца в теплицах использовали биологическую систему защиты, она является экологически безопасной, а для семенников допускалась химическая защита, позволяющая поддерживать низкий инфекционно-грибной фон (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика фунгицидов для защиты семенников закрытый грунт, 2018 г.

Фаза развития (срок применения)	Норма расхода кг/га; л/га, г	Препарат	Количество обработок	Действующее вещество
4-6 настоящих листьев – рост плети	0,4-0,6	Квадрис, СК	2	азокси- стробин
Цветение – завязывание плодов	0,25-0,375	Топаз, КЭ	2	пенконазол
Рост плодов	2,0-3,0	Тиовит Джет, ВДГ	1	сера

Для получения здорового семенного материала необходимо постоянное поддержание низкого инфекционного фона. В системе защиты семенников допускается химическая защита, которая предполагает, в зависимости от условий, сложившихся в теплице, интенсивности развития болезней и гибридов, разное количество обработок. Мы оцениваем обработку тремя препаратами [9]. Система защиты включала 5 обработок : начиная с фазы 4–6 настоящих листьев две профилактические обработки препаратом Квадрис, СК, в фазу

цветения- завязи плодов использовали Топаз, КЭ в двух кратной повторности, в фазу роста плодов одна обработка препаратом Тиовит Джет, ВДГ. Таким образом, применение 5 обработок позволило поддержать в здоровом состоянии огурцы до получения семян.

Библиографический список

1. Бедловская И.В. Видовое разнообразие, систематическое положение и вредоносность болезней огурца весенне-летнего оборота в условиях закрытого грунта / И.В. Бедловская, Н.М. Смоляная, Н.Н. Дмитриенко // Труды КубГАУ. – 2015. – №2 (53). – С. 68-74.
2. Ванек Г. Атлас болезней и вредителей плодовых, ягодных и овощных культур и винограда Г. Ванек, В.Н. Корчагин, Л.Г. Тер-Симонян. – Братислава: Природа, Москва: Агропромиздат, 1989. – 416 с.
3. Гиш Р.А. Овощеводство юга России // Р.А. Гиш, Г.С. Гикало. – Краснодар: ЭДВИ, 2009. – 631с.
4. Гиль Л.С. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта / Л.С. Гиль, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима. – Житомир: «Ру-та», 2012. – С. 121-125.
5. Замотайлов А.С. Вредители сельскохозяйственных культур и лесопарковых насаждений Юга России: учеб. пособие / А.С. Замотайлов, А.М. Девяткин, Э.А. Пикушова, А.И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 382 с.
6. Замотайлов А.С. О вредоносности растительноядных клопов семейства Pentatomidae (Insecta, Heteroptera) на томатах / А.С. Замотайлов, А.И. Белый, Л.П. Есипенко // Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год: сб. ст. по материалам 73-й науч.-практ. конф. преподавателей / отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С. 43-44.
7. Замотайлов А.С. Цикадка белая – новая угроза сельскому и лесному хозяйству на юге России / А.С. Замотайлов, В.И. Щуров, А.И. Белый // Защита и карантин растений. – Москва, 2012. – №4 – С. 45-47.
8. Интегрированная защита растений (картофель, овощные и бахчевые культуры): учеб. пособие / Э.А. Пикушова, Е.Ю. Веретельник. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 358 с.
9. Прогноз в защите растений: учеб. пособие / Л.П. Есипенко, А.С. Замотайлов, А.И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 202 с.
10. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2017. – 360с.

УДК 631.811.095.337.633.11

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ДЕСТРУКЦИИ СОЛОМЫ И ВЛИЯНИЕ ИХ НА УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Башкатов А.Я., Русакова А.А.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»,

E-mail: vla190353@yandex.ru

Аннотация. Изучена эффективность использования бактериально – грибного комплекса (Грибофит и Имуназот) на интенсивность разложения пшеничной соломы и его влияние на урожайность сахарной свеклы в условиях черноземных почв Курской области. Установлено, что обработка соломы бактериально-грибным комплексом (Грибофит, 7 л/га +Имуназот, 3 л/га) за 90 суток экспозиции (август-октябрь) повышала микробиологическую активность почвы на 16,4%, обеспечивала разложение пшеничной соломы на 30,6% или на 9,8% выше, чем в контрольном варианте. Использование бактериально-грибного комплекса (Грибофит, 7 л/га +Имуназот, 3 л/га) для обработки пшеничной соломы, а так-

же двукратной обработке посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядах и фазе смыкания листьев в междурядьях (Грибофит, 3 л/га + Имуназот, 3 л/га) повышала урожайность сахарной свеклы на 43 ц/га при урожайности в контрольном варианте равной 516 ц/га. Использование бактериально-грибного комплекса Грибофит + Имуназот при обработке соломы озимой пшеницы и двукратной обработке посевов сахарной свеклы было экономически выгодно и экологически целесообразно.

Ключевые слова: микробиологические препараты, Имуназот, Грибофит, солома, биологическая активность, деструкция, сахарная свекла, урожайность, экономическая эффективность.

Для поддержания бездефицитного баланса органического вещества в почве помимо органических удобрений необходимо изыскивать резервы его пополнения за счет использования биоорганических удобрений – сидератов, растительных остатков нетоварной части урожая, в частности, соломы зерновых культур и т.д. [1,2]. Биологические приемы воспроизводства плодородия почв позволяют с биомассой растений частично вернуть в почву вынесенные элементы минерального питания, обеспечивают получение качественной продукции, являются доступными и экономически выгодными [3,4].

Однако послеуборочные растительные остатки зерновых культур разлагаются довольно медленно из-за высокого содержания в них лигнина, целлюлозы и низкого содержания азота. Процессы деструкции соломы затягиваются на 3-5 лет, что приводит к снижению минерального азота, поступающего в почву с соломой [5].

Одним из способов ускорения разложения и повышения коэффициента гумификации стерни и соломы является обработка их биологическими препаратами-деструкторами [6,7]. В настоящее время существует много биопрепаратов-деструкторов эффективно разлагающих пожнивные остатки. Эти препараты способны повышать плодородие почвы за счет обогащения ее полезной микрофлорой, улучшать минеральное питание растений, подавлять развитие патогенов, увеличивать продуктивность сельскохозяйственных культур [8]. Однако, по большей части, препараты-деструкторы применяются в сельскохозяйственном производстве без достаточного научного обоснования.

В связи с этим целью настоящего исследования является изучение эффективности использования бактериально-грибного комплекса (Грибофит + Имуназот) на интенсивность разложения пшеничной соломы и его влияние на урожайность сахарной свеклы в условиях черноземных почв Курской области.

Исследования проводились в опытах ФГБНУ Курский федеральный аграрный научный центр в 2015-2018 гг., в севообороте со следующим чередованием культур:

1. Чистый пар, 2. Озимая пшеница, 3. Сахарная свекла, 4. Яровой ячмень.

В качестве объектов исследования использовали микробиологические препараты Грибофит и Имуназот.

Грибофит – инсектофунгицидный препарат фосфатмобилизирующего действия, содержащий споры и мицелий гриба *Trichoderma* и водной суспензии бактерии *Pseudomonas aureofaciens* (штамм В-111), а также продуцируемые

грибом биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, витамины, фитогормоны).

Имуназот – биологический инсектофунгицидный препарат, представляющий собой водную суспензию бактерий *Pseudomonas aureofaciens* со штаммами В-111 и В-306, продукты их метаболизма и стартовые дозы НРК.

Почва опытного участка – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 6,1 %, подвижного фосфора (по Чирикову) – 15,6, обменного калия (по Масловой) – 11,3 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (рН 6,5-7,0).

Обработка почвы микробиологическими препаратами проводилась ранцевым опрыскивателем сразу же после уборки озимой пшеницы и измельчения соломы. Норма внесения препаратов Грибофит – 7 л/га, Имуназот – 3 л/га, норма расхода рабочего раствора – 250 л/га.

Микробиологическая активность почвы определялась методом аппликаций, путем закладки льняных полотен в почву на глубину 12-15 см. Разложение льняных полотен наблюдали через 90 дней после их закладки.

Эффективность влияния пшеничной соломы, обработанной микробиологическими препаратами, на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы определялась в 2016-2018 г. Технология возделывания сахарной свеклы соответствовала рекомендованной в ЦЧР. Доза внесения минеральных удобрений – $N_{90}P_{90}K_{90}$ – под основную обработку почвы.

Для оценки эффективности препаратов Грибофит и Имуназот в течение всего периода вегетации сахарной свеклы проводились наблюдения за ростом и развитием растений, динамикой нарастания корнеплодов, урожайностью и качеством корнеплодов. Для обработки экспериментальных данных применялся дисперсионный метод анализа [9].

Наблюдения за микробиологической активностью почвы (метод аппликаций) показали, что за 90 дней в контрольном варианте льняные полотна разложились на 46,9%. Обработка почвы препаратом Грибофит в дозе 7 л/га повышала микробиологическую активность на 12,7%, а бактериально-грибным комплексом (Грибофит +Имуназот) – на 16,4% в сравнении с контролем (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1 – Влияние препаратов Грибофит и Имуназот на степень разложения льняных полотен, 2015-2017 гг.

Варианты.	Через 90 суток			
	вес ткани до закладки, г	вес ткани после закладки, г	вес разложившейся ткани, г	степень разложения, %
1.Контроль	2,30	1,22	1,08	46,9
2. Грибофит (7 л/га)	2,28	0,92	1,36	59,6-12,7
3. Грибофит (7 л/га) + Имуназот (3 л/га)	2,21	0,81	1,40	63,3-16,4

Рисунок 1. – Разложение льняных полотен после 90 дней экспозиции, 2017г.

Результаты модельно-полевого опыта свидетельствуют о том, что разложение (гумификация) соломы озимой пшеницы через 60 дней экспозиции в контрольном варианте составила 20,8%. Обработка соломы препаратом Грибофит в дозе 7 л/га приводила к увеличению степени гумификации пшеничной соломы на 7,1% (27,9%), а бактериально-грибным комплексом (Грибофит+Имуназот) – на 9,8% в сравнении с контролем и составила 30,6%. (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние препаратов Грибофит и Имуназот на степень разложения пшеничной соломы, 2015-2017 гг.

Вариант	Масса неразложившейся соломы, г	Масса отмытых из почвы остатков, г	Отмываемые остатки в почве до внесения соломы, г	Масса разложившейся соломы, г	Степень разложения относительно исходного количества, %
1. Контроль	23,61	9,02	2,23	6,79	20,8
2. Грибофит (7 л/га)	19,47	10,05		8,39	27,9+7,1
3. Грибофит (7 л/га) + Имуназот (3 л/га)	21,48	9,43		10,44	30,6+9,8

Более высокий разлагающий эффект бактериально-грибного комплекса (Грибофит+Имуназот) объясняется более организованной деятельностью сообщества микроорганизмов, входящих в препараты, способствующий эффективно и ускоренно трансформировать лигноцеллюлозные органические вещества соломы в гумусовые формы веществ.

В результате полевых исследований установлено, что микробиологическая активность почвы оказывала существенное влияние на влагообеспеченность и содержание нитратного азота в пахотном слое почвы перед посевом сахарной свеклы. Так, в варианте с обработкой соломы озимой пшеницы бактериально-грибным комплексом (Грибофит+Имуназот) и микробиологической активностью почвы равной 63,3% запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы составили 36,8 мм, или на 1,9 мм выше, чем в контрольном варианте (34,9 мм). Более высокая влагообеспеченность почвы в варианте с обработкой соломы бактериально-грибным комплексом (Грибофит + Имуназот) способствовала более высокому накоплению нитратного азота перед посевом сахарной свеклы. Содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см перед посевом са-

харной свеклы в варианте с обработкой соломы микробиологическим комплексом Грибофит+Имуназот составило 3,46 мг/100 г почвы или на 0,80 мг/100 г выше, чем в контрольном варианте.

Анализ урожайных данных, полученных в опыте, свидетельствует о том, что обработка пшеничной соломы препаратом Грибофит в дозе 7 л/га, а также двукратная обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядках (Грибофит 3 л/га) и фазе смыкания листьев в междурядьях (Грибофит 3 л/га) повышала урожайность корнеплодов на 26 ц/га или 5,0%, при урожайности в контрольном варианте равной 516 ц/га. С добавлением препарата Имуназот (3 л/га) урожайность корнеплодов повышалась на 43 ц/га или 8,3%, в сравнении с контрольным вариантом (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние микробиологических препаратов Грибофит и Имуназот на урожайность сахарной свеклы, содержание и выход сахара с 1 гектара посева, 2016-2018 г.

Варианты	Урожайность, ц/га	Соотношение корни: ботва	Содержание сахара, %	Выход сахара	
				ц/га	% к контролю
1. Контроль	516	1:0,66	18,3	94,4	100
2. Грибофит (7 л/га) – обработка соломы + Грибофит (3 л/га) обработка в фазе смыкания листьев в рядках + Грибофит (3 л/га) обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях	542	1:0,85	20,2	109,5	115,9
3. Грибофит (7 л/га) + Имуназот (3л/га) обработка соломы + Грибофит (3 л/га)+ Имуназот (3л/га) обработка в фазе смыкания листьев в рядках + Грибофит (3 л/га)+ Имуназот (3л/га) обработка посевов в фазе смыкания листьев в междурядьях	559	1:0,94	19,8	110,7	117,3
НСР05	16		0,5		

Установлено, что обработка пшеничной соломы микробиологическими препаратами Грибофит и Имуназот и двукратной обработке посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядках и фазе смыкания листьев в междурядьях способствовало повышению содержания сахара в корнеплодах на 1,5-1,9%.

Использование микробиологических препаратов Грибофит и Имуназот при обработке пшеничной соломы и посевов сахарной свеклы было экономически выгодно.

Обработка соломы озимой пшеницы бактериально-грибным комплексом (Грибофит+Имуназот), а также двукратная обработка посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядках (Грибофит, 3 л/га+Имуназот, 3 л/га) и фазе смыкания листьев в междурядьях (Грибофит, 3 л/га+Имуназот, 3 л/га) повышала урожайность сахарной свеклы на 43 ц/га на сумму 10750 руб. и способствовала получению 4242 рублей условно чистого дохода. (табл. 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность использования микробиологических препаратов Грибофит и Имуназот на посевах сахарной свеклы, 2016-2018 г.

Варианты	Стоимость препарата, руб. л	Норма внесения, л/га	Затраты на 1 га, руб	Урожайность ц/га	Прибавка урожая от применения препарата, ц/га	Стоимость прибавки, руб.	Условно чистый доход, с 1 га, руб.
1. Контроль	–	–	–	516	–	–	
2. Грибофит (7 л/га) + Грибофит (3 л/га) + Грибофит (3 л/га)	250	13	3250	542	26	6500	2242
3. Грибофит (7 л/га) + Имуназот (3л/га) + Грибофит (3 л/га)+ Имуназот (3л/га) + Грибофит (3 л/га)+ Имуназот (3 л/га)	250	22	5500	559	43	10750	4242

Выводы В результате исследований установлена высокая эффективность бактериально-грибного комплекса (Грибофит+Имуназот) в повышении микробиологической активности почвы и разложении пшеничной соломы. Использование бактериально-грибного комплекса для обработки соломы озимой пшеницы, а также двукратной обработки посевов сахарной свеклы в фазе смыкания листьев в рядах и фазе смыкания листьев в междурядьях (Грибофит, 3 л/га+Имуназот, 3 л/га) повышало урожайность сахарной свеклы на 43 ц/га или 8,3%, было экономически выгодно и экологически целесообразно.

Библиографический список:

1. Лопырев М.И., Постолов В.Д., Дедов А.В. [и др.]. Под ред. М.И. Лопырева. Каталог проектов агроландшафтов в земледелии (сохранение плодородия, территориальная организация систем земледелия, устойчивость к изменению климата). Воронеж: Изд-во «Полиарт», 2010. – 164 с.
2. Семькин В.А., Картамышев Н.И., Мальцев В.Ф., Дедов А.В. [и др.]. Под ред. Картамышева Н.И. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России. М.: Изд-во «КолосС», 2012. – 471 с.
3. Кирюшин. В.И. Агрономическое почвоведение. – М.: КолосС, 2010. – С.131.
4. Дедов А.В., Несмеянова М.А., Хрюкин Н.Н. Приемы биологизации и воспроизводство плодородия черноземов // Земледелие. – 2012. – №6. – С. 4-6.
5. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология. М.: Дрофа, 2005 –444 с.
6. Шевченко В.Е., Федотов В.Н. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье. – Воронеж, 2000. – С. 91-96.
7. Лазарев В.И., Казначеев М.Н., Айдиев А.Ю., Стифеев А.И., Сонин В.А. Эффективность биопрепаратов на посевах сельскохозяйственных культур. – Курск, 2003. – 127 с.
8. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы // Главный агроном, 2011. – № 5. – С. 16-19.
9. Доспехов Б.А. Методика опытного дела / Б.А. Докучаев. М.: «Колос», 1985. – 351 с.

МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИГОДНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ЦЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Лапа В.В., Матыченков Д.В.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь

E-mail: odm@brissa.by

Резюме. В статье показаны возможности прогнозирования почвенного покрова для различных целей использования с помощью экспертных информационных систем. Почвенные информационные системы позволяют решать оперативные, краткосрочные и долгосрочные задачи рационального и целенаправленного расходования материальных ресурсов на каждом конкретном поле и перейти к достижению поставленных целей сельскохозяйственного производства для всего хозяйства.

Ключевые слова: экспертная система, почвенная информационная система, рациональное использование почвенного покрова, планирование сельскохозяйственного производства.

Summary. The article shows the possibilities of forecasting soil cover for various uses using expert information systems. Soil information systems make it possible to solve operational, short-term and long-term tasks of rational and targeted spending of material resources in each specific field and move on to achieving the set goals of agricultural production for the whole enterprise.

Key words: expert system, soil information system, rational use of soil cover, agricultural production planning.

В республике, согласно данным 12 тура агрохимических обследований, существует большой потенциал высокоплодородных почв [1]. Так, в Беларуси насчитывается 40,1% пахотных почв, входящих в V, VI и VII группы кислотности. Около 25,6% пахотных почв содержат более 251 мг/кг почвы подвижного фосфора, 32,2% пахотных почв содержат более 301 мг/кг почвы подвижного калия. Все эти почвы обладают высоким потенциальным плодородием и могут обеспечивать стабильные и высокие урожаи сельскохозяйственных культур в различных, в том числе неблагоприятных по уровню температур и осадков, климатических условиях. Однако, наиболее высокоплодородными почвами будут именно те, в которых все основные агрохимические показатели будут высокими. Существуют большие площади пахотных почв, в которых один или несколько показателей не достигают своих оптимальных значений, из-за чего итоговая пригодность таких почв для возделывания основных сельскохозяйственных культур снижается. Разработанная экспертная почвенная информационная система учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова выявляет их [2]. Данная система объединяет как объективное состояние почвенного покрова, так и весь накопленный опыт по изучению пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом их чередования в севообороте, а также данные по применению удобрений в целях сохранения и увеличения плодородия почв.

Информационная система учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова способна также создавать различные модели прогнозирования возможных и запланированных показателей достижения определенного уровня

пригодности почв при возделывании как отдельных сельскохозяйственных культур, так и севооборотов в целом [3]. Прогнозирование – установление пригодности почв элементарного участка для возделывания как некоторых сельскохозяйственных культур, так и определенных севооборотов, осуществляется согласно имеющихся или предполагаемых уровней агротехнологического воздействия на почву (применяемые системы удобрений, мелиорация, культур-технические работы и т.д.). Планирование – установление необходимого агротехнологического воздействия на почву для достижения заданной пригодности почв элементарного участка для возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры или достижения заданной урожайности сельскохозяйственной культуры. Кроме этого, появляется возможность создания резерва более пригодных почв за счет создания наиболее окультуренных почв, обладающих большим запасом питательных веществ, которые позволяют получать высокие урожаи возделываемых культур. Создание высокоплодородных почв является инвестиционным фактором развития производства для сельскохозяйственного предприятия.

Используя данные, полученные различными исследователями, и отраженными в многочисленных работах по изменению агрохимических характеристик почв различного генезиса и гранулометрического состава, рекомендации, справочники и нормативные материалы, вошедшие в базу знаний экспертной почвенной информационной системы, становится возможным составлять как прогнозные, так и планируемые модели достижения определенного уровня пригодности почв участка [4,5].

Нами были созданы следующие модели: динамика содержания гумуса, подвижных форм фосфора и калия по элементарным участкам при различной урожайности сельскохозяйственных культур; прогнозная пригодность элементарных участков для возделывания сельскохозяйственных культур при различных дозах внесения минеральных и органических удобрений и различной запланированной урожайности; расчет доз внесения фосфорных и калийных удобрений для достижения элементарными участками минимальных оптимальных уровней содержания подвижных форм фосфора и калия до 150 мг/кг почвы.

Таким образом, нами показана возможность построения различных прогнозных и планируемых моделей. Их использование позволяет с минимальным расходом удобрений осуществить поддержание наиболее нуждающихся в повышении существующего уровня плодородия элементарных участков, доведение некоторых из них до оптимальных уровней содержания фосфора и калия в течении ротации одного севооборота. В то же время уменьшить дозы минеральных удобрений на участках с большими запасами подвижных форм элементов питания. Это дает большие возможности для планирования, постановки оперативных, краткосрочных и долгосрочных целей и задач. Доказана возможность использования в практике различных моделей сельскохозяйственного производства (поддерживающие плодородие, природоохранные цели, интенсивные стратегии использования удобрений и мелиорантов и так далее). Это позволяет путем рационального и целенаправленного расходования мате-

риальных ресурсов на каждом конкретном поле перейти к достижению поставленных целей сельскохозяйственного производства для всего хозяйства.

Необходимые дозы минеральных удобрений для достижения оптимальных агрохимических показателей для возделывания сельскохозяйственных культур, прогнозные показатели динамики агрохимических свойств почвенного покрова, рассчитанные на основе вышеупомянутых нормативно-справочных материалов, возможные пути корректировки отдельных характеристик почвенного покрова – это те задачи, которые решает разработанная экспертная почвенная информационная система.

Библиографический список

7. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: метод. указания / И.М. Богдевич и др.; под ред. И.М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 48 с.
8. Почвенно-информационные системы в агропочвоведении / В.В. Лапа [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – №2 (117). – С. 9-12.
9. Лапа, В.В Информационная система учета динамики и прогноза свойств почвенного покрова / В.В. Лапа., Д.В. Матыченков, Т.Н. Азаренок // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 2 (63). – С. 7-15.
10. Отраслевой регламент. Использование удобрений под сельскохозяйственные культуры в севооборотах и сохранение плодородия почв. Типовые технологические процессы / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 24 с.
11. 17. Справочник нормативных материалов для агрохимического окультуривания почв и эффективного использования удобрений / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 60с.

УДК 631.42:631.41

ОСОБЕННОСТИ АГРОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Лисецкий Ф.Н., Зеленская Е.Я., Полетаев А.О.

Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, Белгород

E-mail: liset@bsu.edu.ru; zelenskaya@bsu.edu.ru; poletaev@bsu.edu.ru

Резюме. Выполнена оценка агрофизического состояния почв в агрогенном ряду: целина – пахотные почвы с предысторией освоения – старозалежные почвы – недавние залежи. Установлено, что постантичные залежи уступают целинным аналогам по таким показателям, как средний диаметр макроагрегатов (8,5%), водопрочности агрегатов диаметром 3-5 мм (16%).

Ключевые слова: агрофизика почв, агропедогенез, залежи, черноземы южные, древнеземледельческие районы.

Summary. Assessment of the agrophysical state of soils in the agrogenic series (virgin soil – arable soil with a cultivation history – long-term fallow land – recent fallow land) have been performed. Post-antique long-term fallow land are inferior to virgin analogues in such indicators as the average diameter of macro-aggregates (8.5%), water resistance of aggregates with a diameter of 3-5 mm (16%).

Key words: soil agrophysics, agropedogenesis, fallow land, southern chernozems, ancient agricultural areas.

Исследования проводили в восточной части Керченского полуострова, где история масштабного землепользования с VI в. до н.э. связана с хозяйственной деятельностью Боспорского царства. Изменение почв в результате многовековых агрогенных воздействий позволяют диагностировать результаты агропедогенеза на эволюционном уровне [2]. Залежные (постагрогенные) почвы в древнеземледельческих районах представляют большой исследовательский интерес по оценке длительности возвратной эволюции их агрофизического состояния в результате ренатурационных процессов. Объекты исследования формируют агрогенный ряд почв на породах суглинистого состава: целина – пахотные почвы с предысторией освоения (старопахотные) – старозалежные почвы – недавние залежи. В генетическом отношении почвы относятся к черноземам южным, включая мицелярно-карбонатные, которые формируются в условиях очень засушливого, умеренно жаркого климата с мягкой зимой при годовой сумме осадков от 330 до 412 мм.

Объекты исследования. Целина – разрез южного чернозема в 1,58 км к югу от с. Героевское (№28). Старопахотные почвы: пашня на вершине Чокракского вала (№6), пашня к востоку и к западу от Чокракского вала (№7 и 8), пашня в 0,82 км к востоку от поселения Огоньки 6 (IV-III вв. до н.э.) (№27). Старозалежные почвы: надел у поселения Чурбаш 9 (IV в. до н.э. – I-II вв. н.э.) (№12), надел в 0,52 км от городища Полянка (III-I вв. до н.э.) (№22), надел в 0,52 км от городища Китей (V в. до н.э. – V в. н.э.). Старопахотные почвы, недавние залежи: в 2,9 км к СВ от крепости Ени-Кале («Сады Ени-Кале» (№4), надел в 100 м от поселения Чурбаш-Цитадель (I-III вв. н.э.) (№15), надел у бухты Рифов, земли вблизи 8 античных памятников VI-III вв. до н.э. и II в. до н.э. (№17), залежь от 8 до 14 лет (по космическим снимкам), в 180 м от городища Китей (№26), размежеванный надел в 0,17 км к северу от усадьбы Чокракский Мыс (IV– III вв. до н.э. – II– I вв. до н.э.) (№1907).

Разделение в полевых условиях горизонта А залежных почв на два слоя подразумевало получение информации о наибольшей эффективности процесса ренатурации (1-й слой) и реликтовых признаках агрогенеза (2-й слой). Для характеристики агрофизического состояния почв проводили их рассеивание на структурные отдельности и водоустойчивые агрегаты. Сухой рассеивание проводили в колонке из восьми сит с квадратными ячейками (*Fritsch GmbH*). Коэффициент структурности (Кстр.) рассчитан по отношению массы отдельностей 1–7 мм к массе суммы агрегатов <1 и >7 мм. Водопрочность агрегатов диаметром 3,15–5 мм (d_w) определяли по методу П. И. Андрианова. Комковатость структуры (DEFL) оценивали по содержанию структурных отдельностей >1 мм. Методики определения агрофизических показателей почв более подробно изложены в работах [1, 4]. Основные агрофизические показатели почв отражены в таблице, а по 13 более детальным показателям (доля структурных отдельностей размером >10, 10–7,1, 7,1–5, 5–3,15, 3,15–2, 2–1, 1–0,25, <0,25 мм, D, Кстр., DEFL, d_w , A) была выполнена группировка объектов (почв и их слоев) с помощью кластерного анализа.

Таблица – Показатели структурного состояния южных черноземов на породах тяжелого гранулометрического состава

№ разр.	Слой, см	D, мм	Кстр.	Сд	DEFL, %	d _w , %	A
Целинная почва							
28	0-18,5	8,57	0,52	M	59	96,35	19,3
	18,5-29	5,67	0,91	L	61	88,10	9,8
Старопахотные почвы							
6	0-23	5,13	0,81	N	59	59,70	6,6
7	0-22	4,70	0,78	N	59	40,05	5,0
8	0-20	5,97	1,00	N	65	44,20	4,9
27	0-20	5,85	0,84	L	63	37,50	4,2
	20-40	6,35	1,42	N	75	36,70	3,1
Старозалежные почвы							
12	0-13	13,92	1,94	M	91	69,45	7,7
	13-17,5	8,97	2,42	L	91	67,10	4,8
22	6-17	7,28	1,68	L	79	92,80	7,7
	17-28	6,08	1,68	N	80	88,05	6,3
191	3-10	4,51	2,07	N	78	84,05	6,0
	10-19,5	6,43	2,33	N	85	94,65	5,9
Старопахотные почвы, недавние залежи							
4	0-8,5	4,76	2,52	N	82	39,10	2,4
	8,5-15	7,08	2,35	N	90	40,85	1,9
15	0-14	8,52	1,80	L	81	44,70	5,6
	14-29	9,36	1,75	L	81	42,95	4,8
17	5,5-15,5	8,99	2,56	L	90	44,45	3,4
	15,5-22,5	14,09	1,67	M	96	37,25	4,7
26	0-14	5,11	1,24	N	67	53,95	6,0
	14-23	4,82	2,30	N	81	65,95	3,9
1907	0-11,5	2,97	0,92	N	52	74,25	9,3
	11,5-26	7,94	1,77	L	82	61,60	4,7

D – Средневзвешенный диаметр макроагрегатов, мм; *Кстр.* – коэффициент структурности; *Сд* – оценки уровня деградации почв [3]: недеградированная почва (N), слабая (L), средняя (M), сильная (S) степени деградации (по содержанию воздушно-сухих агрегатов 10-0,25 мм); *DEFL* – коэффициент дефляционной опасности (содержание макроагрегатов >1 мм); *d_w* – показатель водопрочности агрегатов диаметром 3,15-5 мм, %; *A* – критерий водопрочности (отношение процентного содержания водопрочных агрегатов к доле структурных отдельностей диаметром 3,15-5 мм).

Для оценки глыбистости почвы недостаточно указать массу структурных отдельностей > 10 мм, так как она значительно различается в отдельных образцах. Поэтому мы с помощью микрометра определили средний диаметр этой фракции, что было использовано для более корректного вычисления средневзвешенного диаметра структурных отдельностей. В среднем по 33 образцам размер структурных отдельностей > 10 мм составил 16,12 мм при варьировании от 0 (такая фракция отсутствовала), а при ее наличии – от 12,5 мм до 22,5 мм. Доля частиц размером < 0,25 мм в этих расчетах принималась как средняя

величина механического элемента от 0,05 до 0,25 мм (мелкий песок по Качинскому). Средневзвешенная величина диаметра структурных отдельностей по образцам почвы различного гранулометрического состава ($n=33$) составила 5,72 мм, при варьировании от 0,93 до 14,09 мм. В агрогенном ряду почв породах тяжелого гранулометрического состава при среднем значении диаметра структурных отдельностей (D) 7,1 мм наибольшие величины отмечены в верхней части горизонта А у целинной почвы (8,6 мм), у старозалежных почв (7,9 мм), у молодых залежей (7,4 мм), а наименьший диаметр – у старопахотных почв (5,4 мм).

Комковатость структуры (DEFL), которая диагностирует возможности почвы противостоять выдуванию, удается неплохо регулировать с помощью механических обработок на тех пашнях, которые были недавно вовлечены в обработку, но это преимущество утрачено у старопахотных почв. Если у разновозрастных залежей величина DEFL варьирует от 80 до 84%, то у длительно эксплуатируемых почв она уменьшается до 62%.

Показатель водопрочности агрегатов от 3,15 до 5 мм при высоких значениях у целинной (96%) и старозалежных почв (83%) хорошо диагностирует степень выпаханности старопахотных почв (45%) и почв молодых залежей (49%). Соответственно, критерий водопрочности А достигает величины 19% в верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта целинной почвы, тогда как у других почв агрогенного ряда его величина варьирует от 5 до 6%.

Ранее в результате обработки большого массива данных [3] было показано, что среднее содержание макроагрегатов 0,25-10 мм в верхнем генетическом горизонте черноземов южных составляет 55,2 и 67,8% для средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава соответственно. Постантичные залежные почвы (объекты №4, 12, 22, 26, 191) в слое ренатурации (до 9-17 см) и в нижней части гумусового горизонта (от 9 (17) до 28 см) содержат 57,1 и 64,5% макроагрегатов от 0,25 до 10 мм соответственно. Таким образом, такие параметры соответствует положению почв по отношению к гранулометрическому составу на переходе от средне- к тяжелосуглинистому составу. Верхний слой современных пахотных почв (№6-8) характеризуется более высоким значением доли агрономически ценных макроагрегатов размером от 1 до 3,15 мм (от суммы 1-7,1 мм) – 60,3%. Для сравнения отметим, что оценка этого показателя для гумусово-аккумулятивного горизонта целинной почвы составляет 63% (№28).

Различия в структурном состоянии верхнего слоя горизонта А позволяют разделить почвы на группы в классификационном отношении, используя результаты кластерного анализа:

- 1) Верхняя часть современного пахотного горизонта (разр. 6, 8, 26) и недавней залежи (разр. 15):
- 2) Постантичные залежи и недавние залежи, но с предысторией античного земледелия; почвы имеют наибольшие значения коэффициента структурности, а степень деградации [3] оценивается как низкая или отсутствует.

Самобытная группа объектов – это старопахотные почвы, то есть почвы, которые имели предысторию античного земледелия и распаханы в новое время

(с начала-середины XIX в.). С периодом расцвета сельского хозяйства Боспора в IV–III вв. до н.э. можно связать сооружение Чокракского вала. Почва на вершине распаханного Чокракского вала (разр. 6) и старопахотная почва к востоку от вала (разр. 7), которая могла иметь большую длительность обработки, чем почва разр. 8 (к западу от вала), близки по структурному состоянию (в пахотном слое (0–22(23 см)) величины $K_{стр.}$ 0,81 и 0,78, $D=5,1$ и 4,7 мм соответственно, $S=59$ в обоих случаях). И только по величине показателя d_w 59,7 и 40,1 различия в пользу почвы разр. 6, что можно объяснить тем, что вал в античную эпоху был необрабатываемым. По сравнению с почвой к востоку от Чокракского вала (разр. 7), почва разр. 8 (к западу от вала) лучше оструктурена ($D=6$ мм), доля водопрочных агрегатов больше на 4%, что может свидетельствовать об относительно длительном (порядка столетия) существовании границы, которая маркировала продвижение боспорского земледелия на запад в этом месте. Примечательно, что почва пахотного горизонта в разр. 8 по структурному состоянию имеет сходство с недавно оставленной старопахотной почвой из разр. 26 (0–14 и 14–23 см), который расположен в 180 м к северу от Китея, хозяйственная активность которого продолжалась до V в. н. э.

Иерархическая классификация залежных почв суглинистого состава из нижней части горизонта А показала обособление кластера (при наиболее высоких значениях расстояния объединения), который включает разрезы 12 и 4. Это наиболее типичные постантичные залежи: в хорошо сохранившемся наделе у длительно функционировавшего аграрного поселения хоры Нимфея – Чурбаш 9 (IV в. до н.э. – I–II вв. н.э.) и почва к востоку от Пантикапея (Керчи) с вероятно наиболее длительной историей аграрного освоения (от VI–III вв. до н.э. до сер. III в. н.э. и позже, предположительно в период функционирования крепости Ени-Кале (300 лет назад) и в период с конца XVIII по начало XIX в. («Сады Ени-Кале»).

Второй кластер – это слой 18–29 см почвы, которая по морфологии близка к целинным аналогам (разр. 28). Третий кластер более разнороден, где постантичные и недавние залежи Китея сгруппировались в подкластер объектов со значительными отличиями структурного состояния почв, а залежи с неодинаковой длительностью периода ренатурации агрегируются при разных значениях расстояния объединения, что логично.

Объединенный анализ почв по показателям, которые характеризуют как состав структурных отдельностей, так и водоустойчивость структуры в верхней и нижней части гор. А, позволяет получить более объективную типологию изученных объектов по их агрофизическому состоянию.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-00-00562.

Библиографический список

12. Булыгин С.Ю., Лисецкий Ф.Н. Формирование агрегатного состава почв и оценка его изменения // Почвоведение. 1996. – № 6. – С. 783–788.
13. Лисецкий Ф.Н., Родионова М.Е. Изменение почв сухой степи в результате многовековых агрогенных воздействий (в окрестностях античной Ольвии) // Почвоведение. 2015. – № 4. – С. 397–409.

14. Медведев В.В. Структура почвы. Харьков: Изд-во «13 типография», 2008. 406 с.
15. Lisetskii, F., Stolba, V.F., Marinina, O. Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, Steppe Crimea // Geoderma, 2015. 239-240, pp. 304-316. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.11.006>.

УДК631.581 : 631.582

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧЗ

Логвинов И.В.

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», г. Белгород

E-mail: aboratoria.plodorodya@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты комплексного сравнительного анализа наиболее распространённых предшественников озимой пшеницы: чёрного пара, гороха, многолетних трав. В среднем по вариантам опыта урожайность озимой пшеницы по чёрному пару составила 46,2 ц/га, по гороху – 45,9 и многолетним травам – 43,5 ц/га. Но при этом продуктивность звена севооборота предшественник-озимая пшеница был на 12,1-17,0% выше с горохом и эспарцетом, чем с чёрным паром (в кормовых единицах).

Ключевые слова: предшественник, озимая пшеница, чёрный пар, горох, многолетние травы, севооборот, продуктивность.

Основу развития сельского хозяйства составляет зерновое производство и, прежде всего, ускоренное и устойчивое наращивание валовых сборов продовольственного зерна. В зерновом хозяйстве России наиболее важной зерновой культурой является озимая пшеница, которая имеет первостепенное значение в питании людей, кормлении животных и птицы [1-2].

Озимая пшеница требовательная культура к плодородию почвы и предшественникам, положительно относится к внесению органических и минеральных удобрений, в первую очередь азотных удобрений. Недопустимым предшественником для озимой пшеницы являются озимые и яровые зерновые культуры, а также такие предшественники, после которых нужно заблаговременно обработать почву, и те, которые выносят много питательных элементов и расходуют много почвенной влаги [3-8].

Лучшими предшественниками для озимой пшеницы в Центральном Черноземье являются чёрные пары, занятые пары (многолетние бобовые травы одногодичного использования на зелёный корм, однолетние травы на зелёный корм). Хорошими и допустимыми – горох, кукуруза на силос [9,10]. Но использование чистого пара ведёт к снижению продуктивности пашни, потере плодородия почвы и экономически не выгодно. В то же время накоплен опыт более эффективного использования земли, в т.ч. занятых паров как предшественников для озимых культур. При этом размещение озимых по занятым парам требует проведения фитосанитарных мероприятий не только при посеве озимых, но и при возделывании предшествующих культур, в т.ч. в посевах трав и зернобобовых. Совершенствовании технологий возделывания озимых культур [11-12].

Исследования проводили в полевом многолетнем опыте, заложенном в

1987 году в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» на чернозёме типичном среднемощном малогумусном тяжелосуглинистом на лёссовидном суглинке. Перед закладкой опыта пахотный слой почвы имел следующие показатели: содержание гумуса 5,18-5,32%, pH_{KCl} 5,8-6,3, подвижного фосфора (по Чирикову) 67-78 мг/кг почвы, обменного калия (по Масловой) – 88-112 мг/кг почвы.

Предшественниками озимой пшеницы в опыте были чёрный пар, горох и многолетние травы (эспарцет 2-го года пользования). Для предшественников озимой пшеницы для основной обработки почвы использовали вспашку, безотвальную и мелкую обработки. После уборки предшественника рыхление осуществляли на глубину 12-14 см тяжёлой дисковой бороной БДТ – 7.

Схема опыта по возделыванию озимой пшеницы включала как одинарные (рассчитанные на простое воспроизводство почвенного плодородия), так и двойные (рассчитанные на расширенное воспроизводство почвенного плодородия) дозы внесения минеральных и органических удобрений: 1. Контроль (без удобрений); 2. $(NPK)_{60} + N_{30}$ (в подкормку); 3. $(NPK)_{120} + N_{60}$; 4. Навоз 40 т/га; 5. Навоз 40 т/га + $(NPK)_{60} + N_{30}$; 6. Навоз 40 т/га + $(NPK)_{120} + N_{60}$. В качестве органических удобрений использовали подстилочный навоз крупного рогатого скота, который вносили один раз за ротацию севооборотов под сахарную свеклу. Из минеральных удобрений применяли азофоску, которую вносили под основную обработку почвы и аммиачную селитру – использовали весной в подкормку.

Полевой опыт заложен по полной факториальной схеме, включающей четыре фактора по три градации у каждого из изучаемых факторов [13]. Число повторений – три. Пять опытных полей вводили в севооборот ежегодно последовательно. Общая площадь опытной делянки составляет 120 м². Математическую обработку результатов исследования проводили с использованием методов дисперсионного анализа [14-15].

В опыте изучали сорт озимой пшеницы Синтетик, выведенный в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН». Технология возделывания озимой пшеницы и её предшественников была традиционной для данной зоны. Средства защиты применяли фоном по всем вариантам опыта.

По данным метеопоста, расположенного на месте проведения опыта, средний гидротермический коэффициент (табл. 2) за вегетационные периоды наблюдений (2008-2017 гг.) составил 0,80, а среднемноголетний гидротермический коэффициент для данной агроклиматической зоны равен 1,1, что говорит о засушливых условиях увлажнения.

Таблица 1 – Характеристика метеорологических условий в 2008-2017 гг.

Сумма среднесуточных температур выше 10°C за вегетационный период с апреля по июль, °C	Сумма осадков за период с температурой выше 10°C, мм	ГТК
2115,7	167,8	0,80

За 10 лет исследований урожайность озимой пшеницы по чёрному пару в среднем по блокам, состоящим из 27 вариантов, составила 46,2 ц/га, по гороху – 45,9 и травам – 43,5 ц/га, то есть преимущество чёрного пара было мини-

мальным и находилось в пределах ошибки опыта (табл. 2). Продуктивность озимой пшеницы по многолетним травам незначительно уступала двум другим предшественникам, как на контрольных вариантах, так и при всех комбинациях удобрений и обработок почвы. Среди способов обработки почвы нельзя выявить существенного преимущества ни одной из них. Варианты, где применялась минимальная обработка, не уступали по урожайности озимой пшеницы вариантам с отвальной вспашкой, как на контрольных вариантах, так и на различных фонах удобренности. При этом необходимо отметить, что основная обработка почвы под озимую пшеницу по всем вариантам проводится тяжёлой дисковой бороной (дискатором) в два следа на глубину до 14 см, на эту же глубину одновременно осуществляется и заделка минеральных удобрений. Эффективность минеральных удобрений была выше по гороху, прибавки зерна озимой пшеницы к неудобренному фону составили – 10,9-16,3 ц/га, в то время как по травам 9,5-14,5 и по чёрному пару – 9,5-15,6 от одинарных и двойных доз соответственно. Прибавки от 4-го года последействия навоза по чёрному пару составили 5,6-8,5 ц/га, травам 4,9-8,2 и гороху 5,4-8,4 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы (в среднем за 2008-2017 гг.), ц/га

Удобрения		Предшественник								
навоз, т/га	NPK, кг/га д.в.	чёрный пар			мн. травы 2-го г.п. (эспарцет)			горох		
		В*	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
0	0	34,4	34,7	33,6	32,1	31,5	31,8	33,0	33,9	33,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	44,7	43,7	42,8	40,9	41,5	41,4	43,9	44,8	43,9
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	51,9	49,0	48,5	46,2	45,6	47,2	49,9	49,4	49,4
40	0	39,5	40,9	38,9	37,2	35,8	37,1	37,3	39,4	39,5
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	47,5	49,9	48,8	44,8	45,0	45,8	45,9	47,8	48,5
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	52,7	51,0	52,2	49,8	48,7	47,9	50,9	53,2	52,8
80	0	43,2	43,0	41,9	39,6	39,7	40,6	41,0	41,4	42,8
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	50,7	50,5	49,6	48,0	48,2	47,8	50,4	50,3	51,6
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	55,2	54,8	53,6	53,5	53,4	53,3	54,9	54,3	55,3
НСР ₀₅ : севооборот 3,4; обработки почвы 3,6; удобрения 6,2										

Примечание.*Обработка почвы: В – вспашка, Б – безотвальная, М – минимальная

Важнейшим показателем при оценке предшественника является запас влаги после его уборки. В наших исследованиях запасы продуктивной влаги в почве чёрного пара к моменту посева озимых составляли 175 мм, по гороху – 127 мм, после многолетних трав – 122 мм. Несмотря на большие потери влаги на испарение чистый пар к посеву озимых превосходит по запасам продуктивной влаги такие предшественники как горох и многолетние травы после 2-х лет использования.

Полную оценку предшественников можно сделать лишь в звене севооборота. При этом необходимо учитывать прямое действие предшественников на озимую пшеницу и последействия их на пропашные, особенно на сахарную свёклу, представляющую повышенные требования к условиям произрастания.

Особенно большое значение это имеет при оценке чистых паров, так как их многогранное влияние заметно не только в звене севооборота, но и на протяжении всей ротации.

Проведённый расчёт продуктивности звеньев севооборотов (табл. 3) свидетельствует о явном преимуществе непаровых предшественников перед паровым звеном. Прибавка продуктивности на контрольных вариантах составляет 1,75-1,85 т/га к.ед. (42,7-42,1%). При внесении удобрений преимущество непаровых звеньев ещё больше возрастает. Наибольшая продуктивность по 2-м полям отмечена в звене горох-озимая пшеница на варианте с двойными дозами удобрений, где получено 9,89 т/га к.ед.

Таблица 3 – Продуктивность звеньев севооборотов при различных способах обработки почвы и фонах удобрений (среднее за 2008-2017 гг.), т/га к.ед.

Удобрения		Звено севооборота								
навоз, т/га	НРК, до- за кг/га д.в.	пар чёрный, ози- мая пшеница, са- харная свёкла			горох, озимая пшеница, сахарная свёкла			многолетние травы 2 г.п., озимая пшеница, сахарная свёкла		
		В	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
0	контроль	10,0* 4,1**	9,9 4,2	9,5 4,0	11,7 5,97	11,7 5,98	11,2 5,92	11,9 5,88	11,7 5,82	11,6 5,87
	1 доза	14,7 6,2	14,3 5,2	13,8 5,1	16,7 7,67	16,4 7,72	16,1 7,70	16,5 7,37	16,4 7,45	16,0 7,43
	2 дозы	17,1 4,8	16,5 5,9	16,1 5,8	19,5 8,76	18,9 8,54	18,7 8,77	19,1 8,32	19,2 8,34	18,7 8,43
40	контроль	12,4 5,7	12,3 4,9	11,9 4,7	13,9 6,71	14,1 6,91	13,7 6,90	14,2 6,77	14,0 6,60	13,9 6,76
	1 доза	16,2 6,3	16,1 6,0	15,9 5,9	18,3 8,15	18,2 8,29	17,9 8,47	18,2 8,05	17,8 8,05	17,8 8,08
	2 дозы	18,0 5,2	17,7 6,1	17,7 6,3	20,3 9,01	20,6 9,31	20,1 9,35	20,3 8,91	20,2 8,76	19,7 8,58
80	контроль	13,4 6,1	13,5 5,2	13,1 5,0	15,5 7,38	15,4 7,27	15,3 7,52	15,5 7,24	15,3 7,18	15,4 7,34
	1 доза	17,6 6,6	17,6 6,1	17,1 5,95	20,0 8,94	19,7 8,91	19,5 9,14	20,0 8,73	19,7 8,62	19,2 8,60
	2 дозы	19,8 4,2	19,4 6,6	18,8 6,0	22,3 9,80	22,1 9,73	21,6 9,89	22,6 9,68	22,2 9,50	22,0 9,52

Примечание. 1 доза под сахарную свёклу N₉₀P₉₀K₉₀, под горох N₂₀P₅₂K₅₂;

*10,0 – продуктивность основной части продукции культур по 3-м полям; 4,1** – по 2-м полям.

Суммарная продуктивность 3-х полей зернопропашного и зернотравяно-пропашного севооборотов превышала в зависимости от вариантов удобрённости на 12,1-17,0% показатели звена с чёрным паром. Звенья зернопропашного

и зернотравянопропашного севооборотов по всем вариантам были равноценны.

Прибавки кормовых единиц от минеральных и органических удобрений и их взаимодействия относительно контроля были выше в звеньях севооборотов с горохом и многолетними травами.

Библиографический список

1. Главный хлеб XXI века. Научные основы и практика производства ценного зерна озимой пшеницы. Учебно-методическое пособие. – Белгород: «Крестьянское дело», 2001. – 80 с.
2. Логвинов И.В. Оценка эффективности предшественников озимой пшеницы, возделываемой в агротехнологиях разного уровня интенсивности в условиях юго-запада ЦЧЗ // Земледелие. – №6. – 2016. – С. 12-15.
3. Тютюнов С.И., Соловиченко В.Д., Логвинов И.В., Самыкин В.Н. Плодосменный севооборот основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в условиях биологизации Белгородской области // Плодородие. – 2014. – №1. – С. 28-30.
4. Котлярова О.Г., Шахов Д.А. Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы // Управление продукционным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию образования Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства 15-16 июля 2010 года. – Белгород: «Отчий край», 2010. – С. 111-113.
5. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И., Уваров Г.И. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Чернозёмного региона – Белгород: «Отчий край», 2012. – 256 с.
6. Мерзлая Г.Е., Полунин С.Ф., Гаврилова В.А. Влияние различных сочетаний и доз органических и минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. – 1991. – №9. – С. 43-48.
7. Иванова Т.И., Цыгуткин А.С., Костина Л.П. Изучение влияния доз и сроков внесения азотных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы на основе постановки опыта по неполной факториальной схеме // Агрохимия. – 1999. – №4. – С. 56-60.
8. Тютюнов С.И., Солнцев П.И., Шаповалов Н.К. Влияние длительного применения технологической нагрузки на урожайность озимой пшеницы // Сахарная свекла. – 2016. – №1. – С. 41-44.
9. Асыка Н.Р. Озимая пшеница – лучший предшественник для сахарной свёклы / Н.Р. Асыка // Сахарная свёкла – 1996. – №3. – С. 13-14.
10. Технологии подготовки чистых паров. – М.: РАСХН, 2001. – 42 с.
11. Тютюнов С.И., Солнцев П.И., Шаповалов Н.К. Эффективность комплексного применения средств химизации под озимую пшеницу по чёрному и сидеральному парам в Белгородской области // Сахарная свекла. – 2015. – №8. – С. 30-34.
12. Шапкина Ю.С. и др. Фитосанитарное состояние посевов белого люпина на Северо-Востоке и Юго-Западе Центрального Черноземья // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №9. – С. 29-31.
13. Агрохимический словарь. Термины и определения. – М.: Агроконсалт, 1999. – 48 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
15. Цыгуткин А.С. Методология статистической обработки многолетних данных опыта. – М.: Россельхозакадемия, 2002. – 27 с.

ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА НА КАЧЕСТВО ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

Масютенко М.Н.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», Курск, Россия

E-mail: avatar_dark@mail.ru

Резюме. В статье рассматриваются агрохимические, агрофизические и биологические свойства чернозема типичного тяжелосуглинистого в седьмую ротацию зернотравяного севооборота в многолетнем многофакторном полевом стационарном опыте по сравнению с зернопаропропашным. Представлены количественные параметры повышения качества почвы в зернотравяном севообороте по сравнению с зернопаропропашным. Интенсивность потери органического вещества почвы в пахотном слое в зернотравяном севообороте ниже в 1,9 раз, чем в зернопаропропашном.

Длительное нерациональное сельскохозяйственное использование чернозёмов способствует ухудшению его качества. Качество почвы – это характеристика свойств и состава почвы, определяющая ее плодородие. Larson W.E., Pierce F.J. [1] определяют качество почвы как набор физических, химических и биологических свойств, которые обеспечивают среду для роста растений и разложения вредных веществ.

С увеличением антропогенной нагрузки на почву, переуплотнением ее сельскохозяйственной техникой, снижением содержания органического вещества, высоким насыщением севооборотов пропашными культурами, развитием эрозионных процессов качество почвы снижается. Одним из путей его улучшения является введение в севообороты многолетних трав. Для регулирования качества черноземов необходимо изучение количественных изменений качества почвы в результате многолетнего влияния зернотравяного севооборота на него. Исследованию этого вопроса посвящена данная работа.

Исследования проводили в многофакторном полевом стационарном опыте ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Медвенский район, Курская обл.), заложенном в 1984 году, на пашне в чернозёме типичном тяжелосуглинистом в 7-ю ротацию четырехпольных зернотравяного (ЗТС) и зернопаропропашного (ЗППС) севооборотов при отвальной системе обработки, без внесения удобрений. Чередование культур в зернотравяном севообороте следующее: травы-травы-озимая пшеница-ячмень+травы; в зернопаропропашном: ячмень-чистый пар-озимая пшеница-кукуруза. Глубина обработки под кукурузу – 25-28 см, а под остальные культуры севооборотов – на 20-22 см.

Образцы почвы для определения агрохимических свойств отбирали ежегодно после уборки урожая в слоях 0-20 см и 20-40 см. Один образец составляли из 6 индивидуальных проб, отобранных по диагонали деланки. Содержание гумуса определяли по методу И.В. Тюрина в модификации Б.А. Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Д.С. Орлову и Н.М. Гриндель [2]; щелочногидролизующий азот – по методу Корнфильда; подвижные формы фосфора и калия – по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91); обменные основа-

ния – трилонометрическим методом по ГОСТ 27821-88; pH солевая и pH водная – потенциометрическим методом по ГОСТ 26483-85.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина, 1986) в 3-кратной повторности через 10 см в слое 0-40 см в мае, в июне и во время уборки урожая сельскохозяйственных культур, в сентябре. Запасы продуктивной влаги определяли по разности между запасами влаги в почве и запасами влаги устойчивого завядания. Структурно-агрегатный состав почвы определяли по методу Н.И. Саввинова [3] в период уборки урожая в слоях 0-20 см и 20-40 см в 3-х кратной повторности.

Для определения микробной биомассы регидратационным методом [4] отбирали смешанные образцы почвы из 5 точек по диагонали делянки в слоях 0-10 см, 10-20 см в период максимальной биологической активности. Микробную биомассу определяли в общем образце почвы и в агрономически ценных агрегатах 3-1 мм, которые отделяли на ситах. Выделение CO_2 из почвы определяли в полевых условиях методом адсорбции в модификации Л.О. Карпачевского [5] с изоляторами ежемесячно в течение мая-сентября в 3-кратной повторности. При расчете потери С из органического вещества почвы учитывали микробное дыхание почвы, составляющее $\frac{2}{3}$ от дыхания почвы [6]. На чистом пару эмиссия CO_2 из почвы равна микробному дыханию, так как корневого дыхания из-за отсутствия растений не было.

Интегральным показателем качества почвы является гумус. Гумусовые вещества почвы, их состав определяют все агрономически ценные её свойства. Исследованиями установлено, что через 7 ротаций севооборотов более обогащен гумусом (на 0,35%) пахотный горизонт чернозема типичного в зернотравяном севообороте по сравнению с зернопаропропашным (табл.1). В подпахотном слое по сравнению с пахотным слоем содержание гумуса снижается на 6 % в ЗППС и на 16-19 % в ЗТС.

Содержание щелочногидролизуемого азота, сумма поглощённых оснований в пахотном слое почвы в ЗТС больше, чем в ЗППС. Почва в ЗППС слабокислая, а в ЗТС близкая к нейтральной и нейтральная. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы независимо от вида севооборота повышенное, а подвижного калия - от среднего до повышенного.

Установлена тенденция увеличения среднего за три года содержания продуктивной влаги в слоях почвы 0-20 и 20-40 см в мая-сентябре в ЗППС по сравнению с ЗТС, что связано с влагосохраняющей функцией чистого пара (табл.2).

Анализ коэффициентов структурности показал, что оструктуренность пахотного и подпахотного слоя выше в ЗТС, чем в ЗППС. При этом отмечается тенденция к увеличению оструктуренности подпахотного горизонта.

В структурно-агрегатном составе чернозема типичного в слое 0-20 см преобладают агрегаты размером 2-1 мм, на втором месте фракции 3-2 мм и 3-5 мм. Отличная водопрочность почвы в слое 0-20 см выявлена в зернотравяном

Таблица 1 – Агрохимические показатели чернозёма типичного в зависимости от вида севооборота

Севооборот	Глубина взятия образца, см	Гу- мус, %	Нщ., мг/10 г	Обменные катионы, мг-экв/100 г		pH _к _с	pH _{н2} _о	Подвижные, мг/кг	
				Ca ²⁺ +Mg ²⁺ +	Ca ²⁺ Mg ²⁺			P ₂ O ₅	K ₂ O
Зернопаро- пропашной	0-20	5,03	15,5	25,5	21,8	5,2	6,3	111	82
	20-40	4,74	13,0	25,5	22,2	5,4	6,5	106	77
Зернотравяной	0-20	5,38	18,2	28,4	24,7	6,0	7,0	110	79
	20-40	4,63	14,7	26,4	23,1	5,7	6,7	106	72

Таблица 2 – Агрофизические показатели чернозёма типичного в зависимости от вида севооборота

Севооборот	Глубина взятия образца, см	Продуктивная влага, мм (средняя за 3 года в мае- сентябре)	Коэффициент структурности почвы	Сумма водопроч- ных агрегатов		Средне- взвешенный диаметр водопрочных агрегатов, мм
				%	Оценка во- допрочности	
Зернопаро- пропашной	0-20	23	5,26	44	хорошая	0,7
	20-40	26	5,59	63	отличная	1,3
Зернотравяной	0-20	20	5,89	70	отличная	1,2
	20-40	22	5,94	66	отличная	1,6

севообороте, *хорошая* – в зернопаропропашном севообороте. Более крупные водопрочные агрегаты формируются в пахотном слое чернозема типичного в зернотравяном севообороте. Установлено, что средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов в слое 0-20 см чернозема типичного больше в ЗТС превышает таковой в ЗППС в 1,7 раза, а в слое 20-40 см – в 1,2 раза.

Одним из важнейших факторов качества почв является жизнедеятельность микроорганизмов. К важнейшим показателям жизнедеятельности микроорганизмов относятся микробная биомасса и выделение углекислого газа из почвы. Выявлено, что содержание микробной биомассы в почвенных агрегатах диаметром 3-1 мм чернозема типичного в период максимальной биологической активности в течение 2011-2013 гг. значимо выше в зернотравяном се-

вообороте, чем в ЗППС (табл.3).

Таблица 3 – Показатели биологического состояния чернозёма типичного в зависимости от вида севооборота

Сево-оборот	Глубина взятия образца, см	Среднее содержание микробной биомас- сы в агрегатах поч- вы 3-1 мм в период максимальной био- логической актив- ности за три года, мг/кг почвы	Потоки углекислого газа из поч- вы, кг/га	Потери углерода (микробное дыхание) из почвы, кг/га	Интенсивность потери органического вещества почвы в пахотном слое
			среднее значение за три года за май-сентябрь		
Зернопаро- пропашной	0-20	910±136	11900	3378	0,052
	20-40	920±140			
Зернотравяной	0-20	1120±151	9667	1792	0,027
	20-40	1209±155			

± стандартное отклонение

Выделение углекислого газа из почвы (дыхание почвы) является интегральным показателем её биологической активности. Уровень эмиссии CO₂ из почвы характеризует, с одной стороны, поступление углекислоты в атмосферу, а с другой, интенсивность процессов минерализации органического вещества. На основе результатов исследования эмиссии CO₂ из почвы рассчитаны потоки углекислого газа из чернозема типичного в атмосферу. Потоки CO₂ из почвы в ЗППС больше в 1,2 раза, чем в ЗТС.

Исследованы потери углерода из органического вещества почвы. Диоксид углерода является одним из конечных продуктов минерализации органического вещества. Поэтому, зная микробное дыхание почвы (дыхание почвы минус корневое дыхание), можно оценить потери в ней С из органического вещества вследствие его минерализации. Потери углерода из органического вещества почвы в ЗППС в 1,88 раз выше, чем в ЗТС. Это связано с повышенной минерализацией органического вещества в чистом пару и под кукурузой.

Количественно оценена интенсивность потери органического вещества почвы за период с мая по сентябрь 2011-2013 годов (табл.3). Интенсивность потери органического вещества почвы была в 1,92 раза выше в ЗППС, чем в ЗТС, что свидетельствует о почвозащитной роли ЗТС.

Таким образом, в седьмую ротацию четырехпольных севооборотов установлено, что качество чернозема типичного тяжелосуглинистого выше в зернотравяном севообороте, чем в зернопаропропашном. Содержание гумуса и щелочногидролизуемого азота в почве повышается в зернотравяном севообороте, соответственно, на 0,35 % и 2,7 мг/100г по сравнению с зернопаропропашным. Почва в зернотравяном севообороте близкая к нейтральной и нейтральная, отличается высокой оструктуренностью, высокой водопрочностью, большим средневзвешенным диаметром водопрочных агрегатов. Биологическое состояние чернозема типичного тяжелосуглинистого в зернотравяном севообороте характеризуется значимо более высоким содержанием микробной биомассы в почвенных агрегатах диаметром 3-1 мм чернозема типичного в пе-

риод максимальной биологической активности в течение 3-х лет, меньшими потоками углекислого газа из почвы и снижением интенсивности потери органического вещества почвы в пахотном слое, чем в зернопаропропашном севообороте.

Библиографический список

1. Larson W.E., Pierce F.J. Conservation and enhancement of soil quality // Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World / Ed. Dumansky, J. Proceedings of the International Workshop, Chiang Rai, Thailand. Technical papers. V. 2. Bangkok: International Board for Soil Research and Management, 1991. – P. 175-203.
2. Никитин, Б.А. Уточнение к методике определения гумуса в почве / Б.А. Никитин // Агрохимия. – 1983. – №8. – с.101-106.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
4. Благодатский С.А., Регидратационный метод определения микробной биомассы в почве / С.А. Благодатский, Е.В. Благодатская, А.Ю. Горбенко, Н.А. Паников // Почвоведение. – 1987. – № 4. – с. 64-71.
5. Карпачевский, Л.О. Методика исследования интенсивности выделения CO₂ с поверхности почв / Л.О. Карпачевский // Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – С. 217-224.
6. Курганова И.Н. Оценка газообразных потерь углерода из почв агроэкосистем Российской Федерации / И.Н. Курганова, В.О. Лопес де Гереню, Т.Н. Мякшина, Д.В. Сапронов, В.Н. Кудеяров // Труды IV Всероссийской научной конференции «Гуминовые вещества в биосфере» / Санкт-Петербург, 2007. – с.54-57.

УДК 631.45:631.46

ЗДОРОВЬЕ И ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ

Масютенко Н.П.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», Курск, Россия

E-mail: vninp@mail.ru

Резюме. В статье рассматривается понятие «здоровье почвы». Представлены интегральные характеристики здоровья почвы. Указаны причины ухудшения здоровья почвы и выделены показатели для его оценки. Разработаны и представлены критерии здоровой почвы по показателям гумусного состояния для основных почв Курской области в зависимости от гранулометрического состава. Показаны пути повышения здоровья почвы.

Summary. The article discusses the concept of soil «health». The integral characteristics of soil health are presented. The reasons for the deterioration of soil health are indicated and indicators for its assessment are highlighted. The criteria for soil health were developed and presented according to the indicators of humus the state for the main soils of the Kursk region, depending on the granulometric composition of the soil. The Ways of increasing soil health are shown.

Почвы являются основой для сельского хозяйства и средой, где произрастают практически все растения, которые используются для производства пищевых продуктов. По имеющимся оценкам, 95% того, что мы едим, прямо или косвенно производится на почвах. Здоровые почвы производят здоровые сельскохозяйственные культуры, которые, в свою очередь, являются пищей для людей и животных. Здоровые почвы – это фундамент продовольственной системы.

Как указывает М.С. Соколов с соавторами [1], «впервые термин «здоровье почвы» ввели в обращение члены Американского общества почвоведов Doğan et al. в статье [2], посвященной здоровью почвы как фактору устойчивого развития. Однако ранее в 1989 году В.А. Ковда [3] опубликовал фундаментальную работу «Патология почв и охрана биосферы планеты». В ней он, в частности, писал: «...острота проблемы патологии почв заключается не только в снижении плодородия почв и в уменьшении урожаев продовольствия и сырья. Опаснее и страшнее другое: деградация и патология почв влечет за собой патологические явления в здоровье, развитии и физиологии человека, и даже в его умственной деятельности и психике».

Здоровье почвы (*soil health*) [2] – это ее способность неопределенно долго функционировать в качестве компонента наземной экосистемы, обеспечивая ее биопродуктивность и поддерживая качество воды и воздуха, а также здоровье растений, животных и человека. Согласно [4], здоровье почвы – это современная категория, которая достаточно полно характеризует состояние биологического компонента почвы, учитывает его характеристики, связь с неживой составляющей и с биосистемами.

Здоровая почва – это живая, динамичная экосистема, населенная огромным количеством микроскопических и более крупных организмов, которые выполняют множество жизненно важных функций, таких как:

- преобразование мертвого и разлагающегося органического вещества;
- поддержание или увеличение содержания органического углерода в своем составе и в почве;
- улучшение структуры почвы;
- положительное влияние на почвенные воды и способность почвы удерживать питательные вещества;
- борьба с болезнями растений, насекомыми-вредителями и сорняками;
- способствуют улучшению продукции растениеводства, его количества и качества;
- помогает смягчить последствия изменения климата и др.

Здоровая почва нормативно чистая почва – это почва не содержащая техногенные радионуклиды, ксенобиотические и природные поллютанты, а также вредные биоагенты сверх допустимых нормативов.

Выделяют следующие интегральные характеристики здоровья почв агроэкосистем [5]:

Норма – состояние системы, отвечающее области ее равновесия, устойчивости (здоровые земли, пригодные для перехода на биологическое земледелие).

Риск – вероятность деградации экологической системы (окружающей среды) или перехода ее в неустойчивое состояние (земли со сниженным здоровьем).

Катастрофа – неравновесное нестационарное состояние экологической системы (окружающей среды), следствием которого становится потеря устойчивости (низкокачественные, больные земли).

Бедствие – последствия катастрофы, равновесное состояние экологической системы (окружающей среды) на предельно низком энергетическом уровне (земли непригодные для земледелия).

Причинами ухудшения здоровья почвы являются:

1. Снижение содержания органического вещества в почвах (содержания гумуса и негумифицированного органического вещества) из-за недостаточного поступления в почву органических веществ, невысокой их гумификации, интенсивной минерализации гумуса, недостаточного возделывания многолетних трав, насыщения севооборотов пропашными культурами, интенсивной механической обработки почвы, проявления эрозийных процессов.
2. Недостаточное поступление в почву питательных элементов, несбалансированность их потоков.
3. Внесение повышенного количества минеральных удобрений.
4. Повышенная пестицидная нагрузка на почвы, нарушений требований к их применению.
5. Радиоактивное заражение почвы.
6. Загрязнение почв тяжелыми металлами.

Ухудшения здоровья почвы приводит к ухудшению агрохимических, агрофизических и биологических свойств почвы, снижению супрессирующей активности, буферности, самоочищающей способности и регуляторной способностей почвы, изменению количественного и качественного состава почвенного микробиоценоза и мезофауны, увеличивается выживаемость и паразитическая активность почвенных фитопатогенов и других вредных организмов.

Здоровье почвы можно количественно оценивать по следующим параметрам [4,5,6]: 1. Загрязнённость и фитотоксичность почвы. Для этого есть инструментальные методы и фактологические критерии. 2. Заселённость почвы фитопатогенами. Требуется знать допустимый предел – пороги вредоносности, поскольку полного отсутствия патогенов требовать нельзя. 3. Супрессирующая активность почвы. 4. Самоочищающая способность почвы.

Супрессивность почв – это способность почвы ограничивать выживаемость и паразитическую активность почвенных фитопатогенов и других вредных организмов, обусловленная совокупностью биологических, физических, физико-химических и агрохимических свойств почвы [1,4]. Супрессирующая активность и самоочищающая способность почвы тесно связаны с содержанием органического вещества почвы [7,8].

Органическое вещество почвы выполняет разнообразные функции [8,9,10], основные из них: энергетическая, биологическая, физическая, химическая, фитосанитарная экологическая, биосферная. Органическое вещество почвы является аккумулятором и источником энергии. Биологическая функция органического вещества почвы заключается в том, что оно является субстратом для микробиоты, резервуаром биофильных элементов, источником биоло-

гически активных веществ. Оно выполняет и *физическую* функцию как структурообразователь, оптимизатор водно-аэрофизических свойств, детерминатор теплового режима почвы. *Химическая* функция органического вещества почвы заключается в том, что оно является ионнообменником, стабилизатором pH, комплексообразователем, облигатным компонентом органоминеральных соединений, иммобилизатором вредных для биоты веществ – ТМ, РН, пестицидов, избытка биофилов. *Фитосанитарная* функция обусловлена его супрессирующей (антипатогенной) активностью и самоочищающей способностью. Очень важна *экологическая* функция органического вещества почвы как стабилизатора физического и химического состава наземно-почвенной экосистемы, биотопа геобионтов. Биосферная функция органического вещества почвы заключается в том, что оно является излучателем (донором) парниковых газов, биоты, стоком «парниковых» газов из атмосферы (получателем и хранителем) и др.

Так как буферность, самоочищающая способность, супрессирующая активность, регуляторная способность почвы тесно связаны с уровнем содержания и качественным составом органического вещества почвы, то критериями здоровой почвы могут быть следующие показатели:

- содержание гумуса или углерод гумуса в почве,
- содержание негумифицированного органического вещества в почве,
- баланс гумуса в почве.

Для оценки здоровья почвы по этим показателям необходимы их критические параметры. Под *критическими параметрами* гумусного состояния черноземных почв нами понимается следующее их сочетание [11]:

- ✓ потери гумуса по сравнению с целинной на 40 % и более,
- ✓ содержание гумуса меньше минимального (соответствующие значению инертного гумуса),
- ✓ дефицитный баланс гумуса,
- ✓ количество негумифицированного органического вещества < 1,0 % от углерода органического вещества почвы.

Критерии здоровой почвы по показателям гумусного состояния для основных почв Курской области представлены в таблице 1. Они включают значения содержания гумуса, негумифицированного органического вещества, баланса гумуса для нездоровых, ограниченно здоровых и здоровых черноземов типичных, выщелоченных, оподзоленных, серых и темно-серых лесных почв Курской области в зависимости от гранулометрического состава. На основании этих критериев можно предварительно оценить состояние здоровья почвы, на следующем этапе необходимо определить уровни загрязнённости и фитотоксичности почвы с помощью инструментальных методов и фактологических критериев, а также заселённость почвы фитопатогенами с учетом допустимого предела – порогов вредоносности.

Таблица 1 – Критерии здоровой почвы по показателям гумусного состояния в почвах Курской области

Показатели	Почва	Гранулометрический состав	Нездоровая почва	Ограниченно здоровая почва	Здоровая почва	
			Меньше минимального содержания	Слабогумусированные	Среднегумусированные	Сильногумусированные
Гумус, %	Черноземы типичные и выщелоченные	A	< 2,5-3,5	3,5-4,0	4,0-5,5	> 5,5
		B	< 3,5-4,3	4,0-4,5	4,5-6,0	> 6,0
		C	< 4,3-4,5	4,5-5,5	5,5-7,0	> 7,0
	Черноземы оподзоленные	A	< 1,6-2,5	2,5-3,5	3,5-5,0	> 6,0
		B	< 2,0-3,0	3,0-4,0	4,0-5,5	> 5,5
		C	< 3,0-4,0	4,0-5,0	4,0-6,5	> 6,5
	Темно-серые лесные	I	< 2,1-3,0	3,0-4,0	4,0-5,0	> 5,0
		II	< 2,5-3,5	3,5-4,5	4,5-5,5	> 5,5
	Серые лесные	I	< 1,2-2,0	2,0-2,9	2,9-3,9	> 3,9
		II	< 1,6-2,5	2,5-3,5	3,5-4,5	> 4,5
	Баланс гумуса, т/га		< 0	0	> 0	
	Содержание негумифицированного органического вещества почвы, в % от С органического вещества почвы		< 1,0	1,0-5,0	> 5,0	

Примечание: А – песчаные, супесчаные; В – легко- и среднесуглинистые; С – тяжелосуглинистые, глинистые; I – песчаные, супесчаные, легкосуглинистые; II – среднесуглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые.

В заключении следует отметить, что для повышения супрессивности почвы и её оздоровления рекомендуется [4,11,12]:

1. внесение в почву органических удобрений (навоз, компост, торф, солома и др.);
2. научно обоснованное чередование культур в севообороте;
3. возделывание в севооборотах многолетних трав, зернобобовых и промежуточных культур, в том числе, на зеленое удобрение;
4. обработка растительных остатков микробиологическими препаратами (*Pseudomonas*, *Trichoderma*);
5. внесение в почву минеральных удобрений для поддержания баланса питательных веществ;
6. снижение и оптимизация пестицидной нагрузки;
7. известкование почв;
8. минимизация обработок.

Библиографический список

1. Соколов М.С., Марченко А.И. Экологический мониторинг здоровья почвы в системе «ОВОС» (методология выбора критериев оценки) // *Агрохимия*, 2013. – № 3. – с. 3-18.
2. Doran J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A. Soil health and sustainability // *Advances in Agronomy*, 1996. – V. 56. – p. 1-54.
3. Ковда В.А. Патология почв и охрана биосферы планеты (препринт). Пушкино. ОНТИ НЦБИ. 1989. – 35 с.
4. Соколов М.С., Марченко А.И., Санин С.С., Торопова Е.Ю., Чулкина В.А., Захаров А.Ф. Здоровье почвы агроценозов как атрибут ее качества и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам // *Известия ТСХА*, 2009. – вып.1. – с.13-22.
5. Торопова Е.Ю. Мониторинг здоровья почвы в Сибири [Презентация]. Международный научно-практический совет «Здоровье почвы: оценка и управление». Компания Сингента. Турция, Стамбул, 2-5 декабря 2019 г.
6. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Торопова Е.Ю. Средообразующие функции здоровой почвы – фитосанитарные и социальные аспекты // *Агрохимия*, 2015. – № 8. – с. 81-94.
7. Торопова Е.Ю., Селюк М.П., Казакова О.А., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Факторы индукции супрессивности почвы агроценозов // *Агрохимия*, 2017. – № 4. – с. 58-71.
8. Торопова Е.Ю., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Индукция супрессивности почвы – важнейший фактор лимитирования вредоносности корневых инфекций // *Агрохимия*, 2016. – № 8. – с. 44-55.
9. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 364 с.
10. Соколов М.С., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Глинушкин А.П., Семенов А.М. Экологические и фитосанитарные функции почвенного органического вещества (проблемно-аналитический обзор) // *Агрохимия*, 2018. – № 5. – с. 79-96.
11. Масютенко Н.П. Трансформация органического вещества в черноземных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. Москва: Россельхозакадемия, 2012. – 150 с.
12. Соколов М.С., Спиридонов Ю.Я., А.П. Глинушкин, Торопова Е.Ю. Органическое удобрение – эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор её супрессивности // *Достижения науки и техники АПК*, 2018. – Т. 32. – №1. – с. 4-12.

УДК 631.08.44

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Матюк Н.С., Полин В.Д., Щигрова Л.И., Биналиев И.Ф.

Российский аграрный университет – МСХА

имени К.А. Тимирязева, Москва

E-mail: nsmatuk@gmail.com, shchigrova@mail.ru, polinwd4@gmail.com,
ibragim.binaliev@mail.ru

Аннотация. Раскрыта роль возобновляемых источников органического вещества в виде побочной продукции возделываемых культур и пожнивного сидерата в изменении содержания запасов органического углерода, общего азота и доли их закрепления за ротацию зерно-пропашного севооборота.

Ключевые слова: побочная продукция, пожнивный сидерат, содержание и запасы органического углерода, общий азот, ротация севооборота, полевые культуры, отвальная и минимальная обработка, прямой посев.

Исследования выполнены в опыте Центра точного земледелия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со следующей агрохимической характеристикой: содержание гумуса – 2,4%, P_2O_5 – 180-200 и K_2O – 110-120 мг/кг почвы.

Объектами исследований являлись агробиоценозы зернопропашного севооборота со следующим чередованием культур: вико-овсяная смесь – озимая пшеница + пожнивный сидерат – картофель – ячмень, а также системы обработки почвы разной интенсивности: отвальная – вспашка на 20-22 см и предпосевная обработка под все культуры севооборота; минимальная – прямой посев вико-овсяной смеси и озимой пшеницы, дисковая обработка на 10-12 см под ячмень и фрезерная на 14-16 см под картофель.

Система применения удобрений на планируемую урожайность включала: внесение $N_{48}P_{48}K_{48}$ под ячмень (5 т/га), $N_{32}P_{32}K_{32}$ под вико-овес, одинарная N_{70} и двойная N_{70+70} подкормка озимой пшеницы (7 т/га) на фоне той же дозы удобрений и $N_{160}P_{160}K_{160}$ под картофель (40 т/га).

Возобновляемые источники органического вещества в виде побочной продукции зерновых и пропашных, а также поживно – корневых остатков и сидерата при разноглубинной заделке в почву приёмами обработки частично за период вегетации гумифицируются, а продукты их разложения вовлекаются в биологический круговорот. Это постепенно приводит к увеличению содержания гумуса, повышению уровня обеспечения растений элементами питания [1,2,3].

На скорость разложения различных источников органического вещества возобновляемых биоресурсов, используемых в качестве органических удобрений, оказывает влияние их масса, химический состав, а также соотношение между углеродом и азотом. При узком (20-25:1) соотношении, которое присуще побочной продукции и корням картофеля (11:1), пожнивному сидерату (20:1) и поживно-корневым остаткам однолетних бобово-злаковых трав гу-

муфикация органического вещества усиливается [4].

Скорость трансформации органических веществ также зависит от способа их размещения в обрабатываемом слое почвы. В вариантах ежегодной отвальной обработки на глубину 20-22 см основная их масса (более 75%) сосредоточена в слое 15-20 см и их разложение происходит при ограниченном доступе кислорода, что замедляет их гумификацию. При повторной отвальной обработке полуразложившиеся органические остатки возвращаются в поверхностный 0-10см слой почвы с высокой степенью аэрации, что ускоряет высвобождение биофильных элементов в доступной для растений форме.

Нашими исследованиями установлено, что за ротацию зернопропашного севооборота за год в вариантах ежегодной вспашки на глубину 20-22 см разлагалось от 57,9 % под картофелем до 71,6 % при выращивании озимой пшеницы массы органического вещества, поступающего с растительными остатками.

В вариантах минимальной системы обработки, включающей предпосадочное фрезерование на глубину 14-16 см не обработанной с осени почвы под картофель, дискование на глубину 10-12 см после уборки картофеля под ячмень с последующим прямым посевом однолетних бобово – злаковых трав и озимой пшеницы скорость разложения энергетических субсидий определялась площадью их контакта с почвенными агрегатами, богатыми разнообразными формами микробного сообществ, участвующего в их распаде (таблица 1).

Таблица 1 – Поступление и разложение органического вещества в пахотном слое почвы при ежегодной вспашке (числитель) и минимальной обработке (знаменатель), т/га

Культура, год	Поступило, т/га *	Разложилось за год		Осталось, т/га
		т/га	%	
Картофель после озимой пшеницы и сидерата, 2014г.	<u>14,78</u>	<u>8,55</u>	<u>57,9</u>	<u>6,21</u>
	13,38	8,30	62,0	4,01
Ячмень после картофеля, 2015г.	<u>12,19</u>	<u>7,32</u>	<u>60,0</u>	<u>4,87</u>
	10,66	6,65	62,8	7,54
Вика-овес после ячменя, 2016г.	<u>15,73</u>	<u>11,14</u>	<u>70,8</u>	<u>4,59</u>
	14,78	7,24	49,0	7,54
Озимая пшеница после вика-овса, 2017г.	<u>7,98</u>	<u>5,71</u>	<u>71,6</u>	<u>2,27</u>
	10,93	5,28	48,3	5,65

*- с учетом не разложившегося.

При гомогенном их распределении как в слое 0-16, так и в слое 0-12см увеличивался их контакт с почвой, что выразилось в разложении более 62% органических веществ, поступивших в почву. В вариантах прямого посева однолетних трав и озимой пшеницы с оставлением соломы и стерни яровых зерновых на поверхности поля остатки, в большей степени подвергались химическому разложению и, в меньшей – биологическому. Это увеличивало потери органического углерода и азота в газообразных формах. При этом суммарное разложение различных источников органического вещества за годовой цикл снизилось до 48-49%.

Масса растительных остатков и скорость их разложения при разных способах их размещения в пахотном слое почвы способствовали разной интенсивности высвобождения и закрепления органического углерода, что оказывало значительное влияние на изменение его запасов за ротацию севооборота (таблица 2).

Таблица 2 – Поступление (т/га) и закрепление органического углерода (%) при разноглубинной заделке органического вещества за ротацию севооборота

Обработка	Под-кормка, кг/га д.в.	Запасы углерода, т/га			Поступило С орг., т/га	Закрепилось, %
		в начале ротации	в конце ротации	прирост		
Отвальная	70	45,24	49,2	3,95	11,60	34,0
	70+70	46,81	51,44	4,63	12,80	36,1
Мини-мальная	70	45,87	48,96	3,09	11,24	27,4
	70+70	46,54	50,47	3,93	12,39	31,7

Наши расчёты показали, что за ротацию зернопропашного севооборота прирост запасов органического углерода в пахотном слое почвы при отвальной системе обработки в среднем по двум фонам подкормки составил 4,29 т/га, а при минимальной – 3,5 т/га. Учитывая его поступление с различными компонентами, которое равнялось 12,2 т/га за ротацию при ежегодной вспашке и 11,8 т/га при разноглубинной минимальной обработке, в пахотном слое 0-20 см закрепилось 35 % и 30 % соответственно.

Далее нашими исследованиями установлена тесная взаимосвязь между количеством органического углерода поступающего в почву под возделываемые культуры после уборки предшественника с его запасами в пахотном слое почвы.

В начале ротации севооборота при выращивании картофеля использование соломы озимой пшеницы и пожнивного сидерата на удобрение обеспечивало поступление органического углерода в почву 4,12 т/га при отвальной и 3,75 т/га при минимальной обработке, из которого высвобождалось около 62%, что обеспечивало запасы углерода на уровне 45,2 т/га при ежегодной вспашке и 45,9 т/га при минимальной обработке. Незначительное различие в запасах связано с применением орудий роторного типа при предпосадочной обработке почвы под картофель на обоих вариантах обработки, что нивелировало различия в скорости их разложения за период вегетации.

При возделывании ячменя уменьшалось поступление органического углерода с послеуборочными остатками картофеля на 0,8 т/га при отвальной и на 0,58 т/га при поверхностной обработке, что обусловило снижение его запасов в пахотном слое почвы на 5,6 и 5,3 т/га соответственно. Оставление соломы на поверхности почвы при прямом посеве однолетних трав при примерно равном количестве поступающего углерода (4,6 т/га) замедляло не только ее разложение, но и высвобождение и закрепление углерода из органических остатков,

что обусловило незначительный прирост запасов в пахотном слое почвы (1 т/га). Запашка соломы в более глубокие слои плугом обеспечивало прирост запасов органического углерода к концу вегетации однолетних трав на 2,7 т/га.

К концу ротации севооборота не установлено существенных различий в запасах органического углерода, которые составляли 50,2 т/га при отвальной и 49,7 т/га при минимальной обработке.

Таким образом, применение интенсивной фрезерной обработки раз в ротацию зернопропашного 4-польного севооборота сглаживает различия в скорости трансформации растительных остатков при разных способах их размещения в обрабатываемом слое почвы, которые отмечаются лишь при выращивании ячменя, однолетних бобово-злаковых трав и озимой пшеницы.

Совместное применение соломы озимой пшеницы и пожнивного сидерата как на фоне одинарной (N 70), так и двойной (N 70+70) подкормки сужает соотношение углерода к азоту в поступающих органических веществах. Это усиливает интенсивность функционирования почвенных микроорганизмов, в том числе и азотофиксирующих бактерий, что приводит к увеличению запасов общего азота за ротацию севооборота. Интенсивность его накопления определялась не только его количеством, поступившим с различными компонентами возобновляющих источников органического вещества, но и глубиной их заделки в обрабатываемый слой почвы. При ежегодной их заделке в более глубокие слои (15-20см) отвальными плугами и последующим выносом на поверхность полуразложившихся остатков, высвобождение и закрепление общего азота происходило более интенсивно (таблица 3).

Расчет запасов общего азота в начале и конце ротации севооборота показал, что их прирост за 4 года исследований составил на фоне применения одинарной азотной подкормки в ранневесенний период в дозе 70 кг/га д.в. 0,14 т/га при отвальной и 0,10 т/га при минимальной обработке, что составляет 32 % и 24 % от его поступления в почву соответственно.

Таблица 3 – Изменение содержания (С, %) и запасов (ЗП, т/га) общего азота за ротацию севооборота, 2014-2017 гг.

Обработка	Подкормка, кг/га д. в.	2014 г.		Поступило N за ротацию	2017 г.		Прирост, т/га	Закрепилось, %
		С	ЗП		С	ЗП		
Отвальная	70	0,113	3,05	0,436	0,118	3,19	0,14	32,0
	70+70	0,117	3,16	0,533	0,126	3,35	0,21	39,0
Минимальная	70	0,115	3,11	0,421	0,119	3,21	0,10	24,0
	70+70	0,118	3,19	0,494	0,125	3,32	0,13	26,0

Применение дополнительной летней подкормки в той же дозе способствовало более интенсивному закреплению общего азота в пахотном слое почвы, которое составило 39 % на фоне ежегодной вспашки и 26 % при минимальной обработке. Снижение темпов накопления азота, особенно при использовании прямого посева однолетних трав и озимой пшеницы, связано с увеличением газообразных потерь при использовании соломы и пожнивного сидерата в ви-

де мульчи.

Таким образом, ежегодная интенсивная механическая обработка почвы на глубину 20-22см ускоряет разложение органических остатков, способствует более интенсивному высвобождению и закреплению общего азота в почве, а поверхностная на 10-12см обработка под ячмень и прямой посев вика – овса и озимой пшеницы, наоборот, их замедляют при увеличении газообразных потерь.

Библиографический список

1. Савоськина О.А., Полин В.Д. Влияние длительного применения удобрений и известкования на дыхание дерново-подзолистой почвы при возделывании полевых культур бесценно и в севообороте // Агрофизика. – 2015. – № 4. – С. 26-30.
2. Zhelezova Sofia, Olga A. Savoskina Long-term field experiments of russian state agrarian university Moscow Timiryazev agricultural academy // Book of proceedings « 2nd conference on long-term field experiments LOTEX 2019». Nyíregyháza, Hungary, 2019. – P. 79-85.
3. Лыков, А.М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья / А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков. – М.: Рос. акад. с.-х. наук, 2004. – 630 с.
4. Карпова Д.В. Окультуривание подзолистых почв: актуальные аспекты Макаров И.Б., Балабко П.Н., Басевич В.Ф., Карпова Д.В., Хуснетдинова Т.И. // Агрохимический вестник, 2018. – № 2. – С. 6-8.

УДК 574.23

ВЛИЯНИЕ УДАЛЕННОСТИ АВТОМАГИСТРАЛИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПОЧВЕ

Маховицкая А.Е.

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», Курск

***Аннотация.** В статье представлены экспериментальные данные по влиянию удаленности автомагистрали на биологические свойства почвы. Исследования проводились в 2019 году в почвенных образцах отобранных по ул. К. Маркса города Курска. При загрязнении почв вблизи автомагистралей различными загрязняющими веществами, продуктами нефти, газами, происходит процесс замедления разрушения целлюлозы, который влияет на нормальное функционирование почвенной экосистемы.*

***Ключевые слова:** автомагистраль, целлюлозолитическая активность, почва, биологическая активность, удаленность.*

Почва, являясь неотъемлемой частью любого наземного биогеоценоза и находясь в динамичном равновесии со всеми другими компонентами природной системы, подвергается деградиционным процессам. Среди различных биологических критериев оценки антропогенного влияния на почвы наиболее оперативными и перспективными являются биохимические показатели, дающие сведения о динамике важнейших биологических процессов в почве [1, 3].

Биологические свойства почвы реагируют на загрязнение нефтяными продуктами первыми: изменяется общая численность микроорганизмов, их качественный состав, структура микробоценозов, интенсивность микробиологических процессов и активность почвенных ферментов, продуктивность почв, нарушаются экологические и сельскохозяйственные функции почв. Последствия антропогенного воздействия зависят от состава и свойств нефтепродуктов,

концентрации в почве, продолжительности загрязнения, а также от эколого-географического положения почвы, определяющего скорость трансформации продуктов нефти в почве, и эколого-генетических свойств почвы, определяющих ее устойчивость к химическому загрязнению [5, 7, 8]. Самыми первыми на загрязнение почвы реагируют почвенные микроорганизмы [2].

Любые органические остатки, попадающие в почву или находящиеся на ее поверхности, разлагаются под воздействием микроорганизмов и почвенной фауны, для которых они служат строительным и энергетическим материалом [4].

Целлюлозолитическая способность почвы – это один из показателей общей активности ее микроорганизмов и плодородия. Растительные остатки высших растений в основном состоят из клетчатки (40 – 70 %) [6]. Разложение целлюлозы считается единственным большим по своим масштабам естественным деструкционным процессом, в котором задействованы в основном микроорганизмы, продуцирующие фермент для разложения целлюлозы, так как ни растения, ни животные не способны её разлагать [7].

В лабораторных условиях был заложен опыт. По ул. Карла Маркса города Курска были отобраны почвенные монолиты массой 2500 г на расстоянии: 2 м, 3 м, 5 м, 7 м, 10 м, 15 м, 20 м (от проезжей части). Стерильную неотбеленную тонкую хлопчатобумажную ткань пришили к полимерной пленке (ширина отреза пленки 5 см). Длина - 20 см. Почвенные образцы поместили в вегетативные сосуды, в которые заложили хлопчатобумажную ткань. Повторность опыта 3 кратная. Исследуемые образцы поместили в термостат (создав оптимальные условия), в течение 45 дней шло разложение целлюлозы.

На расстоянии 2 м самый низкий показатель разложения целлюлозы. По сравнению с точками 5, 6, 7 (10 м, 15 м, 20 м) данный показатель в среднем в 3-4 раза меньше. Значение точки 3 и 4 находятся в одной градации, и в среднем в 2 раза выше по сравнению с точкой 1. То есть, чем дальше от автомагистрали находится исследуемый объект, тем быстрее происходит разложение хлопчатобумажного полотна. Можно предположить, что почвенные грибы и актиномицеты испытывают наибольшее антропогенное влияние на расстоянии 2-3 м от автомагистрали, а после 15 м данное влияние минимальное (табл.1).

Таблица – Влияние удаленности автомагистрали на интенсивность разложения хлопчатобумажного полотна в почве

Точка отбора	Расстояние от дороги, м	ИРЦ за период, % 45 дней	ИРЦ в день, % 45 дней
1	1,5-2	6 %	0,12 %
2	3	6,8 %	0,204 %
3	5	11,7 %	0,585 %
4	7	12 %	0,84 %
5	10	18,4 %	1,84 %
6	15	25 %	3,75 %
7	20	23 %	4,6 %

Используя шкалу Звягинцева Д.Г. интенсивность разложения целлюлозы

в нашем опыте характеризовалась как очень слабая-слабая. За 45-дневный срок экспозиции на расстоянии 2-3 м очень слабая интенсивность разложения целлюлозы. С увеличением расстояния точки исследования от автомагистрали интенсивность разложения полотна возрастает и характеризуется как слабая. Таким образом, наименьшая интенсивность разложения целлюлозы в день наблюдалась в точке отбора 1 (0,12 %). В среднем разница между образцами 2, 3, 4 составляет 1,5-2 раза, между образцами 5, 6 - 2 раза. Наибольшая интенсивность разложения целлюлозы в день наблюдается в точке отбора 7 (4,6 %) в связи с наибольшей удаленностью от автомагистрали: почва менее загрязнена и деструктивные процессы происходят быстрее.

Библиографический список

1. Алексеева А.А., Фомина Н.В. Оценка целлюлозоразрушающей способности агропочвы после применения биологических фунгицидов // Вестник Омского государственного аграрного университета, 2017. - №. 2 (26), С. 5-11.
2. Брескина Г.М. Биологическая активность природных и антропогенно нарушенных экосистем // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования / Сборник материалов научной конференции посвященной 80 летию кафедры почвоведения и управления земельными ресурсами в 100 летней истории Воронежского государственного университета, Воронеж, Воронежский государственный университет, 2017. – С. 251-254.
3. Брескина Г.М. К оценке экологического состояния почв // Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России / Материалы научно-практической конференции, пос. Рассвет Ростовской области, Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2006. – С. 12-16.
4. Гаврилова В.И., Герасимова М.И. Целлюлозолитическая активность почв: методы измерения, факторы и эколого-географическая изменчивость // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2019. - № 1. - С. 23-27.
5. Гасанова У.О. Воздействие нефтяного загрязнения на ферментативную активность и целлюлозоразлагающие микроорганизмы в серо-бурой почве // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 3 (81). С. 52-58.
6. Заушинцен А.С. Изменение целлюлазной активности почвы под влиянием загрязнения нефтепродуктами // Вестник Кемеровского государственного университета, №4, 2015, с.21-24.
7. Пряженникова О.Е. Целлюлозолитическая способность почв в условиях городской среды // Вестник Кемеровского государственного университета, №3, 2011г. с.10-13.
8. Фомина Н.В. Анализ изменения целлюлозоразрушающей способности антропогенно загрязненной почвы // Вестник КрасГАУ. 2014. №7 с.101-107.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА
ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ
УДОБРЕНИЙ В ЦЧР**

Минакова О.А.¹, Александрова Л.В.¹, Подвигина Т.Н.¹

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»,

Воронежская обл., пос. Рамонь

E-mail: olalmin2@rambler.ru

Резюме. Длительно применяемые в севообороте с сахарной свеклой минеральные удобрения и навоз способствовали повышению содержания гумуса, гидролитической кислотности, снижению pH_{KCl} , емкости катионного обмена, степени насыщенности основаниями (относительно варианта без удобрений). Изменения в большей степени отмечались в слое почвы 20-40 см, чем в слое 0-20 см. Лучшие химические и физико-химические свойства отмечались при применении системы $N_{45}P_{45}K_{45}$ под сахарную свеклу + 50 т/га навоза в пару.

Ключевые слова: минеральные удобрения, навоз, сахарная свекла, гидролитическая кислотность, гумус, pH_{KCl} , степень насыщенности основаниями.

Summary. When applied in crop rotation with sugar beet for a long time, mineral fertilizers and manure promoted increase of humus content and hydrolytic acidity, and reduction of pH_{KCl} , cation-exchange capacity and base saturation degree (as compared to the variant without fertilizers). Changes were noted in the soil layer of 20-40 cm to a greater extent than in the one of 0-20 cm. The best chemical and physical-chemical soil characteristics were noted when using the system of $N_{45}P_{45}K_{45}$ for sugar beet + 50 t/hectare of manure in fallow.

Key words: mineral fertilizers, manure, sugar beet, hydrolytic acidity, humus, pH_{KCl} , base saturation degree.

Сахарная свекла – высокопродуктивная культура, широко возделываемая в Российской Федерации. По своим биологическим особенностям она требовательна к реакции почвенной среды, оптимум которой должен составлять 5,6-7,0 единиц pH, более высокие значения оптимальны для почв с высоким содержанием илестых частиц, более низкие – для песчаных легких почв [7]. Основные отрицательные последствия повышенной кислотности: снижение доступности основных элементов питания (особенно P_2O_5), Ca и микроэлементов, ферментативной активности, изменение состава микробного ценоза почвы [2, 4]. Физиологическая кислотность минеральных удобрений [3], вносимых в высоких дозах под культуру [6], выпадение кислотных дождей (с $pH=3-4$) [5], низкий уровень внесения органических удобрений [1], корневые выделения сахарной свеклы, имеющие кислую природу [3], содействуют подкислению почвы. Следовательно, изучение изменения физико-химических свойств черноземов в севооборотах с сахарной свеклой в ЦЧР является актуальным вопросом для изучения.

Исследования проводились в стационарном опыте ВНИИСС (год закладки – 1936) по общепринятым методикам. Навоз вносился в паровом поле севооборота, минеральные удобрения – под сахарную свёклу.

Таблица 1 – Содержание гумуса и параметры кислотности почвы стационарного опыта

Вариант	Глубина, см	Гумус, %	pH _{KCl}	H _г , мг-экв/100 г почвы	Сумма Ca ²⁺ + Mg ²⁺ , мг/100 г почвы	ЕКО, ммоль/100г почвы	V, %
Без удобрений	0-20	4,83	5,42	2,98	24,3	45,0	89
	20-40	5,00	5,36	2,71	23,5	42,0	90
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + 25 т/га навоза	0-20	4,70	5,32	3,41	24,2	37,0	88
	20-40	4,87	5,37	3,68	25,0	39,0	87
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 25 т/га навоза	0-20	5,02	5,31	2,63	24,8	33,0	87
	20-40	5,17	5,40	3,33	24,8	40,0	88
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅ + 25 т/га навоза	0-20	5,20	5,37	3,41	25,1	38,0	88
	20-40	5,65	5,30	3,50	24,5	42,0	87
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + 50 т/га навоза	0-20	5,27	5,23	2,89	24,9	40,0	90
	20-40	5,36	5,31	2,89	25,2	36,0	91
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + 50 т/га навоза	0-20	5,22	5,42	3,59	25,2	41,0	87
	20-40	5,17	5,33	3,24	24,3	37,0	88
N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₉₀	0-20	5,17	5,18	3,94	24,5	35,0	86
	20-40	5,13	5,22	3,76	23,7	28,0	86
НСР ₀₅	0-20	0,14	0,02	0,17	–	3,0	–
	20-40	0,11	0,02	0,19	–	2,0	1

81-летнее применение удобрений способствовало повышению содержания гумуса на 0,19-0,44 % в слое 0-20 см (табл.) и на 0,15-0,65 % в слое 20-40 см относительно контроля, наиболее значительное увеличение обеспечивало в верхнем слое при внесении N₄₅P₄₅K₄₅ + 50 т/га навоза, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза, N₁₉₀P₁₉₀K₁₉₀, в нижележащем – N₄₅P₄₅K₄₅ + 50 т/га навоза и N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅ + 25 т/га навоза. В относительно выражении это составило 2,67-9,12 % в слое 0-20 см и 2,60-13,0 % в слое 20-40 см. Минимальные изменения показателя в слое 0-20 см были отмечены в вариантах N₄₅P₄₅K₄₅ + 25 т/га навоза, N₉₀P₉₀K₉₀ + 25 т/га навоза, в слое 20-40 см, а также и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза, N₁₉₀P₁₉₀K₁₉₀. В целом, удобрения сдерживали падение гумусности, как за счет поступления органического вещества с навозом, так и дополнительного объема растительных остатков, образующихся при внесении минеральных удобрений. Большой процент снижения содержания гумуса в верхнем слое связан с его распадом при аэробных условиях, складывающихся при постоянной вспашке. Максимальное повышение гумусности (на 0,17-0,44 %) было отмечено в вариантах N₄₅P₄₅K₄₅ + 50 т/га навоза, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза, вследствие поступления органического вещества повышенных доз навоза (50 т/га).

pH_{KCl} почвы колебалась в слое 0-20 см от 5,18 до 5,42, в слое 20-40 см – 5,22-5,40 соответственно. Применение удобрений достоверно снижало pH_{KCl} на 0,05-0,24 в слое 0-20 см и 0,04-0,18 в слое 20-40 см (относительно контроля). Наибольшие значения показателя были отмечены в слое 0-20 см – в контроле, при внесении $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, в слое 20-40 см – также и при $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, наименьшие – в слое 0-20 см в вариантах $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза, в слое 20-40 см – $N_{190}P_{190}K_{190}$ и $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза.

Гидролитическая кислотность почвы вариантов с внесением удобрений в слое 0-20 см составила 2,98-3,94 мг-экв/100 г почвы и 2,71-3,76 мг-экв/100 г почвы в слое 20-40 см (в контроле – 2,98 и 2,71 мг-экв/100 г почвы соответственно). Во всех вариантах с удобрениями она возрастала относительно контроля, как в верхнем, так и нижнем слое. Наибольшее увеличение (на 0,61-0,96 мг-экв/100 г почвы) в слое почвы 0-20 см было отмечено при внесении $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза и в слое почвы 20-40 см на 0,97-1,05 мг-экв /100 г почвы – при внесении $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза и $N_{190}P_{190}K_{190}$. Наименьшая H_t отмечалась в вариантах $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза (2,63-2,89 и 2,89-3,33 мг-экв/100 г почвы), наиболее высокая – при $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза (3,41-3,94 и 3,24-3,76 мг-экв/100 г почвы), что, очевидно, свидетельствует об определяющем влиянии минеральных удобрений на этот показатель.

Емкость катионного обмена снижалась на всех удобренных вариантах опыта (относительно контроля), на 4,0-12,0 ммоль/100г в слое 0-20 см и на 2,0-14,0 ммоль/100г в слое 20-40 см, более всего при $N_{190}P_{190}K_{190}$ и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза в слое 0-20 см и на $N_{190}P_{190}K_{190}$ и $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза – в слое 20-40 см. Наиболее стабильные показатели ЕКО (близкие к неудобренному варианту) были отмечены в верхнем слое в вариантах $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, в нижнем – $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза. Изменения ЕКО в слое 0-20 см на удобренных вариантах составили 8,89-26,7 %, в слое 20-40 см – 4,76-33,3 %.

В слое 0-20 см не было отмечено достоверного изменения степени насыщенности основаниями, в большинстве вариантов отмечалась только тенденция к снижению данного показателя на 2-3 %, при $N_{190}P_{190}K_{190}$, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза. В слое 20-40 см было отмечено достоверное снижение степени насыщенности почвы основаниями, в наибольшей степени – при $N_{190}P_{190}K_{190}$. Этот же вариант, а также $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза способствовали достоверному снижению показателя на 3-4 %. Тенденция к повышению V как в слое 0-20, так и 20-40 см отмечалась при действии $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза

Не обнаружено достоверных отличий величины суммы Ca^{2+} и Mg^{2+} в почве вариантов с удобрениями и в контроле. Отмечалась тенденция к увеличению показателя в слое 0-20 см в вариантах $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза до 3,70 %, на других она

оставалась на уровне контроля. В слое 20-40 см также была отмечена тенденция к повышению показателя, до 7,23 %, в наибольшей степени в вариантах $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза.

Сильная корреляционная зависимость показателей физико-химического состояния почвы с ее гумусным состоянием проявилась только у суммы кальция и магния ($r=0,779$). Эта зависимость отмечалась только в слое 0-20 см, в слое 20-40 см она была слабая. Такие показатели, как pH_{KCl} , сумма обменных оснований, H_r и ЕКО не зависели от содержания гумуса.

Таким образом, применяемые более 80 лет в севообороте с сахарной свеклой минеральные удобрения и навоз способствовали повышению в слое почвы 0-20 см относительно контрольного варианта содержания гумуса на 0,19-0,44 %, в слое 20-40 см – на 0,15-0,65 %, H_r – на 0,61-0,96 и 0,97-1,05 мг-экв/100 г почвы, снижению pH_{KCl} – на 0,05-0,24 и 0,04-0,18, емкости катионного обмена на 8,89-26,7 % и 4,76-33,3 % соответственно, снижению V на 2-4 % только в слое 20-40 см. Лучшие физико-химические свойства почвы и содержание гумуса отмечались при применении $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза.

Библиографический список

1. Внесение органических удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях. Россия в цифрах. 2019: Крат. стат. сб. Росстат. М., 2019. – 549 с <https://www.gks.ru/storage/mediabank/rus19.pdf>
2. Девятова Т.А. Антропогенная динамика и биодиагностика экологического состояния черноземов ЦЧР. Автореферат дисс. На соискание ученой степени доктора биологических наук. Воронеж, 2006. – 42 с.
3. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Академия, 2004. – 248 с.
4. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «Колос», 2004. – 720 с.
5. Рэуце К., Кырстя С. Борьба с загрязнением почв. Перевод с румынского. М., Агропромиздат, 1986. – 220 с.
6. Система ведения агропромышленного производства Воронежской области до 2010 года. Под ред. Хицкова И.Ф., Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2005. – 464 с.
7. Шпаар Д., Сушков М. Выращивание сахарной свеклы. М.: ИК «Родник», 1996. – 144 с.

УДК: 631.81:631.445.4

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ЦЧР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ТИПОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Митрохина О.А.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск

E-mail: mitrokhina1977@mail.ru

Аннотация. В статье представлен результат исследований по изучению содержания основных микроэлементов в почвах ЦЧР в зависимости от их типовой принадлежности. Установлено, что изучаемые почвы имеют низкую обеспеченность такими микроэлементами как медь, цинк, марганец. Установлены степени тесноты связей микроэлементов с отдельными агрохимическими показателями в исследуемых почвах.

Ключевые слова: микроэлементы, почва, содержание, Центрально-Черноземный район, серые лесные, чернозем типичный.

Abstract. The article presents the result of studies on the content of the main trace elements in the soils of the Central Black Sea region, depending on their type. It has been established that the studied soils have a low supply of such trace elements as copper, zinc, manganese. The degree of tightness of the relationships of trace elements with individual agrochemical indicators in the studied soils has been established.

Key words: trace elements, soil, content, Central Black Earth region, gray forest, typical black soil.

Центрально – Черноземный регион расположен в южной части Русской равнины по верхнему течению рек Ока, Дон, Сейм. Преобладающими почвами ЦЧР являются черноземы. По занимающей площади черноземы располагаются в следующей ряд: выщелоченные > типичные > обыкновенные > оподзоленные > южные.

На пашне черноземы занимают 1460 тыс. га или 74%. Доля серых лесных почв составляет 24 % или 482 тыс. га. Можно утверждать, что фактически все сельскохозяйственные угодья расположены на двух типах почв – черноземах и серых лесных почвах (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Почвы Курской области

Наименование почв	тыс. га	%
Черноземы	1675,8	57,5
Серые лесные	687,2	23,5
Дерново-подзолистые	15,5	0,5
Лугово-черноземные	41,7	1,4
Песчаные	6,1	0,2

Потенциальное плодородие почв области высокое. Среднее содержание органического вещества в почвах 4-6% такие почвы занимают 51% пашни, почвы с повышенным содержанием гумуса 6-8% составляют 15%, с низким содержанием 2-4% – 29%, а с очень низким всего 5% [1;7].

Помимо основных макроэлементов (азот, фосфор, калий) большую роль в жизни живых организмов играют микроэлементы. Всем без исключения растениям для построения ферментных систем необходимы микроэлементы. Недостаток их в почвах не всегда приводит к гибели растений, но может быть причиной нарушения нормального роста и развития. Микроэлементы принимают самое активное участие во многих жизненных процессах, происходящих в растениях на молекулярном уровне [2].

Медь участвует в процессе образования хлорофилла, защищает его от разрушения, стимулирует синтез углеводов, улучшает поступление в растения азота и магния, участвует в биосинтезе лигнина.

Цинк широко участвует в окислительно-восстановительных процессах, необходим для потребления азота и крахмала, участвует в образовании триптофана и синтезе протеинов [3-4].

Марганец активизирует ферменты, ответственные за окисление, гидролиз и восстановление, играет важную роль в механизме действия индолилуксусной

кислоты на рост клеток, усиливает накопление сахаров.

Бор участвует в образовании клеточных структур, в синтезе РНК и ДНК, в образовании витаминов и гормонов, повышает фотосинтез после подмораживания растений, улучшает усвоение питательных веществ и транспортирование углеводов [5-6].

Обобщение результатов собственных исследований и литературных данных свидетельствует о сложности изучаемых процессов поведения форм микроэлементов в почвах. Содержание микроэлементов в почвах – это результат влияния ряда факторов и условий, которые в различных почвах складываются по-особому и приводят к получению различных по значению данных.

В таблице 2 представлены результаты агрохимического обследования почв Курской области, по содержанию подвижных форм изучаемых микроэлементов. Анализ данных таблицы выявил низкие показатели содержания таких элементов как цинк, медь, марганец; содержание бора среднее независимо от типа почв и соответствующих показателей, от которых зависит содержание данных элементов (гумус, pH и т.д.).

Причин этому может быть много, главной же из них выступает нарушение баланса элементов питания между выносом урожаем сельскохозяйственных культур и возвращением их в почву.

Таблица 2 – Содержание микроэлементов в почвах Курской области

Медь				
1	2	3	4	5
Тип почвы	Среднее	min	max	V%
Серые лесные	0,07±0,002	0,05	0,1	23
Чернозем типичный	0,08±0,003	0,04	0,11	25
Чернозем карбонатный	0,09±0,003	0,05	0,11	25
Лугово черноземный	0,08±0,003	0,06	0,11	22
Цинк				
Серые лесные	0,81±0,03	0,45	1,2	28
Чернозем типичный	0,89±0,02	0,7	1,1	16
Чернозем карбонатный	0,81±0,05	0,2	1,3	43
Лугово черноземный	0,74±0,04	0,4	1,2	32
Марганец				
Серые лесные	7,60±0,23	5	10,7	25
Чернозем типичный	5,45±0,31	4,0	11,8	34
Чернозем карбонатный	5,69±0,35	3,4	9,8	40
Лугово черноземный	6,36±0,25	4,2	8,8	25
Бор				
Серые лесные	0,37±0,004	0,34	0,46	8
Чернозем типичный	0,38±0,004	0,33	0,46	9
Чернозем карбонатный	0,38±0,01	0,28	0,47	16
Лугово черноземный	0,39±0,009	0,31	0,49	16

Полученный нами экспериментальный материал о содержании химиче-

ских элементов в почвах позволил установить определенные связи между некоторыми из них.

Серые лесные почвы имели следующие зависимости: положительно коррелировала медь с азотом ($r = 0,56$), обратные связи характерны для цинка с фосфором и марганцем ($P - r = -0,51$; $Mn - r = -0,46$).

В черноземе типичном имеются следующие корреляционные зависимости: – высокая бор с фосфором и калием ($P-r = 0,88$); ($K-r = 0,70$), средняя отрицательная связь между бором и гумусом ($B-r = -0,61$).

Чернозем карбонатный: высокая положительная связь между медью и калием ($r = 0,74$), высокая отрицательная – между медью и бором ($r = -0,76$), цинком и бором ($r = -0,73$), средняя положительная взаимосвязь между цинком и азотом ($r = 0,52$); медью и цинком ($r = 0,59$); бором и гумусом ($r = 0,50$).

Чернозем лугово-черноземный: высокая обратная связь наблюдается между бором и фосфором ($r = -0,81$); цинком и азотом ($r = -0,81$); медью и марганцем ($r = -0,76$), средняя обратная связь между цинком и уровнем кислотности (pH) ($r = -0,67$); средняя связь между бором и гумусом ($r = 0,57$); цинком и медью ($r = 0,57$).

Выводы: проведенные нами исследования указывают на то, что почвы Курской области имеют низкую обеспеченность такими микроэлементами как медь, цинк, марганец независимо от их типовой принадлежности, что свидетельствует о серьезной потребности почв области в данных микроэлементах.

Направление и степень тесноты связей микроэлементов с отдельными агрохимическими показателями в изучаемых почвах неодинаковые и определяются специфическими особенностями каждого почвенного типа.

Библиографический список

1. В.И. Лазарев, А.Я. Айдиев, И.А. Золотарева, А.И. Стифеев, О.М. Шершнева Эффективность микроэлементных удобрений в условиях Курской области / Курск, 2013, 139 с.
2. В.В. Ковальский, Г.А. Андрианова Микроэлементы в почвах СССР М., Наука, 1970, - 180 с.
3. Митрохина О.А. Эффективность некорневой обработки комплексными микроудобрениями посевов озимой пшеницы в Курской области / Земледелие №5. 2015 с. 21-22
4. Митрохина О.А. Формирование урожая озимой пшеницы при использовании микроудобрений в ЦЧЗ // О.А. Митрохина // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия (материалы научно-практической конференции Курского отделения межрегиональной общественной организации «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева»), г. Курск, 2013 г. – С. 98-99.
5. Дериглазова Г.М., Митрохина О.А., Боева Н.Н. Значение некорневой обработки отдельными микроэлементами и комплексными удобрениями посевов зерновых культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии – Курск, №3. 2011. С. 45-47.
6. Дудкина Т.А. Эффективность локального применения органо-минеральных удобрений в условиях лесостепи Центрально-Черноземной зоны. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук – Курск, 1997.- 21 с.
7. Караулова Л.Н. Изменение содержания гумуса в черноземе типичном в многолетнем цикле / Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования 3 Международная научно-практическая Интернет – конференция. 2018. с. 687-690

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО КАЛИЯ В ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ THE CONTENT OF MOBILE POTASSIUM IN THE TYPICAL CHERNOZEM

Навольнева Е.В., Соловиченко В.Д., Логвинов И.В.

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», Белгород

E-mail: laboratoria.plodorodya@yandex.ru

Аннотация. Изучено варьирование содержания подвижного калия в чернозёме типичном. Установлено, что вид севооборота, органические (навоз КРС) и минеральные удобрения способствуют наиболее заметному изменению его содержания в почве, чем способы основной обработки почвы, под влиянием которых изменения содержания данного элемента менее заметно.

Abstract. The variation of mobile potassium content in typical Chernozem was studied. It is established that the type of crop rotation, organic (cattle manure) and mineral fertilizers contribute to the most noticeable change in its content in the soil, than the methods of basic tillage, under the influence of which changes in the content of this element are less noticeable.

Ключевые слова. Чернозём типичный, подвижный калий, вид севооборота, способ основной обработки почвы, органические удобрения, минеральные удобрения.

Keywords: Typical Chernozem, mobile potash, type of crop rotation, method of basic soil treatment, organic fertilizers, mineral fertilizers.

Недостаток калийного питания приводит к нарушению метаболизма в растении. Дефицит калия вызывает ослабление деятельности ряда ферментов, нарушения в углеводном и белковом обмене в растении, усиливая затраты сахаров на дыхание, ведёт к образованию шуплого зерна, снижению всхожести и жизнеспособности семян и в итоге оказывает отрицательное влияние на качество урожая. При недостаточном калийном питании растения быстрее поражаются различными заболеваниями, а в послеуборочный период из-за этого снижается сохраняемость урожая [1-2].

В Центрально-Чернозёмной зоне содержание калия в почве в 6-10 раз превышает содержание азота и фосфора и с точки зрения системы удобрений не является первостепенным вопросом. Но несмотря на это, следует отметить, что и вынос калия заметно превосходит вынос двух других макроэлементов [3-8]. В связи с этим следует периодически рассматривать вопрос о балансе калия в распространённых севооборотах нашей зоны и следить за динамикой его подвижных форм.

Для проведения сравнительной оценки калийного режима чернозёма типичного мы определяли содержание подвижного калия в почве по методу Чирикова в модификации ЦИНАО, который основан извлечении подвижных соединений калия из почвы раствором уксусной кислоты и последующем определении калия – на пламенном фотометре. В лаборатории плодородия почв и мониторинга Белгородского ФАНЦ РАН проводились исследования на базе длительного четырёхфакторного полевого опыта, который был заложенного по полной факториальной схеме с использованием метода расщеплённых делянок в 1987 году [9].

Почва полевого опыта представлена чернозёмом типичным среднемощным малогумусным тяжелосуглинистым на лёссовидном суглинке. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы перед закладкой опыта имела следующие показатели: содержание гумуса 5,18-5,32%, pH_{KCl} 5,8-6,3, подвижного фосфора (по Чирикову) 67-78 мг/кг почвы, обменного калия (по Масловой) – 88-112 мг/кг почвы.

Исследования были сосредоточены в полевых пятипольных севооборотах с различной насыщенностью пропашными культурами: 20% – в зернотравянопропашном (многолетние травы 1 г.п., многолетние травы 2 г.п., озимая пшеница, свёкла сахарная, ячмень + многолетние травы) и 60% – в зернопаропропашном (чистый пар, озимая пшеница, свёкла сахарная, кукуруза на силос, кукуруза на зерно). Проводимые обработки почвы – минимальная обработка и вспашка. Вспашка предусматривала отвальное рыхление верхнего слоя почвы на разную глубину: пропашные культуры – до 32 см, а под пшеницу и другие зерновые – на 22 см. Минимальную обработку проводили на глубину 10-12 см тяжёлой дисковой бороной.

Использовали три системы удобрения: минеральную, органическую и органоминеральную с тремя уровнями удобренности (без удобрений, одну и две дозы удобрений и их комбинации). Органические удобрения (навоз КРС) вносили один раз в ротацию севооборотов под свёклу сахарную, одна доза 40 т/га и двойная 80 т/га, то есть, по 8 и 16 т на 1 га севооборотной площади. Минеральные удобрения вносили регулярно каждый год под сельскохозяйственные культуры. Одинарная доза при насыщенности ими севооборота $N_{42-54}P_{62}K_{62}$ рассчитана на простое воспроизводство почвенного плодородия, а двойная доза $N_{84-108}P_{124}K_{124}$ – на расширенное.

Рисунок 1 – Содержание подвижного калия в почве, мг/кг (в слое 0-30 см)
Примечание. Севообороты: ЗТП – зернотравянопропашной, ЗПП – зернопаропропашной. Обработка почвы: В – вспашка, М – минимальная обработка. Минеральные удобрения: (NPK)1 – $N_{42-54}P_{62}K_{62}$

Анализируя действие основных обработок почвы на подвижный калий, следует отметить, что на всех изучаемых вариантах, в слое почвы 0-30 см его содержание было примерно на одном уровне (рис. 1). А рассматривая

севообороты, отметим заметную роль в накоплении калия зернопаропропашного севооборота, что является следствием наиболее сильных процессов минерализации в данном севообороте.

Группировка полученных данных наиболее наглядно отражает влияние способа основной обработки почвы и вида севооборота на содержание подвижного калия в почве. Рассматривая изучаемый показатель в среднем по блоку с севооборотами, мы отметили примерно одинаковое его содержание при применении вспашки и минимальной обработки почвы. Анализируя севообороты, большие показатели были зафиксированы в зернопаропропашном севообороте, чем в зернотравянопропашном, причем данное преимущество подтверждается на требуемом статистическом уровне в среднем по блокам и при отдельных вариантах (рис. 2).

НСР₀₅: севообороты - 7,1; обработка почвы - 4,2; навоз - 2,0; минеральные удобрения - 2,2

Рисунок 2 – Группировка подвижного калия в почве по способам обработки почвы и севооборотам в слое 0-30 см, мг/кг

Заметное влияние на изучаемый показатель оказали удобрения, как органические, так и минеральные. Если без применения удобрений содержание подвижного калия составило 93-114 мг/кг, то при внесении одной дозы минеральных удобрений 104-129, а двух - 121-151 мг/кг. Та же закономерность роста калия в почве отмечается и при увеличении доз внесения навоза: 93-114 мг/кг без внесения удобрения, 103-124 и 108-136 мг/кг соответственно при росте доз органических удобрений.

Показатели верификации свидетельствуют о значимости в слое почвы 0-30 см показателей вида севооборота, органических и минеральных удобрений на общепринятом в статистике уровне. Корреляционное отношение по способам основной обработки почвы имеет не существенный статус в пахотном слое почвы (табл. 1).

Показатель корреляционной связи для пахотного слоя превосходил критические значения по органическим удобрениям на 0,95% уровне вероятности, а по минеральным удобрениям и севооборотам на 0,99% уровне.

Таблица 1 – Критерии верификации и связи факторов с распределением подвижного калия

Факторы	0-30 см
Корреляционное отношение (η)	
A	0,56**
B	0,11
C	0,37*
D	0,66**
Долевое участие, %	
A	34,4
B	1,3
C	15,6
D	48,7

* Достоверны при $P = 0,05$

** Достоверны при $P = 0,01$

Примечание: A – севообороты, B – обработка почвы, C – навоз, D – минеральные удобрения

Согласно показателям долевого участия, наибольшее влияние на содержание подвижного калия в почве оказали минеральные удобрения – 48,7% и вид севооборота – 34,4%.

Библиографический список

1. Агрохимия / Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Колос, 1982. – 574 с.
2. Проблемы эффективного использования земли. – Белгород: «Крестьянское дело», 2000. – 80 с.
3. Лукин С.В., Васенев И.И., Цыгуткин А.С. Агроэкологическая оценка многолетней динамики содержания обменного калия в чернозёмах западной части ЦЧО // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №8. – С. 42-46.
4. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Мониторинг содержания подвижных форм фосфора и калия в пахотных почвах Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – №2. – С. 5-9.
5. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И., Уваров Г.И. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Чернозёмного региона – Белгород: «Отчий край», 2012. – 256 с.
6. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. – Белгород: «Отчий край», 2013 – 372 с.
7. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Мониторинг почвенного покрова Белгородской области. – Белгород: «Отчий край», 2014 – 113 с.
8. Тютюнов С.И., Навольнева Е.В., Соловиченко В.Д., Ступаков А.Г. Влияние пищевого режима и органического вещества на плодородие почвы и урожайность озимой пшеницы // Агрохимический вестник. – 2016. – №5. – С. 23-27.
9. Агрохимический словарь. Термины и определения. – М.: Агроконсалт, 1999. – 48 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ
В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ
ЗАГРЯЗНЕННЫХ СВИНЦОМ ПОЧВ**

Неведров Н.П.

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», Курск

E-mail: 9202635354@mail.ru

Резюме. В работе проведена попытка применения метода косвенной оценки подвижности тяжелых металлов, через показатель удельной электропроводности почв, в условиях модельного опыта с заданными параметрами однородной среды. Установлено, что для свинца наиболее эффективным (при внесении в дозе 10 т/га) являлся сорбент, содержащий равные доли сапропеля и извести – 1:1. При обработке почвы таким сорбентом концентрация ионов металла в почвенном растворе снижалась на 14,3%.

Ключевые слова: электрокинетические свойства почв, сорбент, сапропель, известь, тяжелые металлы

Введение. Процессы сорбции, миграции и трансформации ТМ в почвах определяются совокупностью их физических, химических и физико-химических свойств. Электропроводность почв или удельное электрическое сопротивление – косвенный показатель, который активно применяется за рубежом с целью оценки их базовых свойств [3]. Измерение электропроводности почвы подвержено действию множества возмущающих факторов, но при заданных и контролируемых параметрах лабораторного опыта с модельной однородностью среды можно наблюдать за вариационными изменениями одного изучаемого фактора, например концентрация подвижных форм тяжелых металлов (ТМ) в почвенном растворе. На территориях с аномальными концентрациями ТМ в почве рационально использовать агротехнические приемы, позволяющие извлекать мобильные формы ТМ из почвенного раствора с целью препятствия их миграции в цепи питания и грунтовые воды. Таким приемом служит применение сорбентов, которые значительно увеличивают сорбционную емкость почв. Сорбенты образуют новые реакционные центры связывания ТМ, а также изменяют условия почвенной среды, например pH и Eh [2].

Целью работы являлось оценка протекторных свойств загрязненной тяжелыми металлами серой типичной почвы при ее обработке адсорбентом на основе сапропеля и извести по изменению электрокинетических свойств почвенного раствора.

Объекты и методы исследований. Исследуемым типом почвы служила серая типичная среднесуглинистая почва на тяжелом карбонатном лессовидном суглинке. Содержание гумуса составляло 4.2 %, pH (H₂O) – 6.1 единицы.

Высушенная до воздушно-сухого состояния почва массой 0,5 кг помещалась в пластиковые контейнеры размером 20×15×6 см³ (объем контейнера 1000 см³). Почва искусственно загрязнялась ионами Pb (доза загрязнения составляла 5 ПДК по валовому содержанию). Сорбент, состоящий из смеси сапропеля и гашеной извести вносился из расчета 10 т/га. Компонентный состав смеси са-

сапрпель + гашеная известь варьировал: 1:1, 1:3, 1:5.

Количество подвижных форм ТМ оценивалось путем измерения электрического сопротивления почв в контейнерах двухэлектродным методом [1].

Электропроводность рассчитывали по формуле (1)

$$G=1/R \quad (1)$$

где: G – электропроводность, Ом^{-1} ; R – электрическое сопротивление, Ом .

Удельная электропроводность рассчитывалась по отношению электропроводности почвы к объему почвенного образца, выраженного в сантиметрах кубических, по формуле (2):

$$\gamma = G/V \quad (2)$$

где: γ – удельная электропроводность, $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$; G – электропроводность, Ом^{-1} ; V – объем почвенного образца в кювете, см^3 .

Измерения проводились на 10-е и 60-е сутки после обработки почвы сорбентом. На протяжении 60 суток осуществлялся искусственный полив. Он соответствовал среднемесячной норме осадков, характерной для Курской области в мае и июне [1].

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета анализа данных Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. При анализе результатов лабораторного опыта отмечалось следующее – на 10-е сутки после загрязнения серой типичной почвы ионами Pb^{2+} происходило увеличение удельной электропроводности на 87.3% в сравнении с контрольным (незагрязненным) вариантом (Контроль – Рис.1). Такие различия между контролем и загрязненной свинцом почвой сохранились на протяжении всех 60 суток экспозиции опыта. Это свидетельствует о мобильности внесенных в почву ионов Pb^{2+} (160 мг/кг) и их повышенной концентрации (относительно контроля) в почвенном растворе. Оценка иммобилизующей способности композитного сорбента (сапрпель + известь) проводилась по различиям значений удельной электропроводности почв между образцом почвы, обработанной сорбентом (в соотношениях компонентов сорбента – 1:1, 1:3, 1:5), и загрязненной свинцом почвой (вариант «Pb» – Рис. 1). Различия показателя удельной электропроводности почв во всех исследуемых парах вариантов опыта были статистически достоверными ($p \leq 0,05$). В первые 10 суток экспозиции опыта наименьшие значения показателя удельной электропроводности наблюдались у почвы, обработанной сорбентом в компонентном составе сапрпель : известь – 1:3. На 60-е сутки показатель удельной электропроводности в данном варианте опыта увеличился в 2,4 раза. При внесении сорбентов с соотношением компонентов 1:1 и 1:5 значения удельной электропроводности серой типичной почвы в течение 60-ти суток испытаний оставались неизменными (Рис. 1). На 60-е сутки экспозиции минимальная удельная электропроводность наблюдалась в варианте опыта с массовым соотношением компонентов сорбента равном 1:1 ($t_{\text{статистич.}} = 2.14$ при $t_{\text{критич.}} = 1.89$) [1].

Рисунок 1 –Зависимость динамики удельной электропроводности почвы от загрязнения свинцом и состава сорбента

Таким образом более высокий иммобилизующий эффект по отношению к внесенному в серую типичную почву свинцу был характерен для сорбента с компонентным составом 1:1. Можно предположить, что основная сорбирующая функция по отношению к Pb принадлежит именно сапропелю (в составе сорбента), т.к. в этом варианте количество внесенного в почву сапропеля – наибольшее. Внесение в серую типичную почву сорбента на основе сапропеля и извести может повышать качество выполнения ее протекторной функции в условиях загрязнения свинцом.

Библиографический список:

1. Неведров Н.П., Проценко Е.П., Зубкова Т.А. Новые методологические подходы в исследовании сорбентов в загрязненных тяжелыми металлами почвах // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2019. – № 3. – С. 31-36. doi: 10.3103/S0147687419030062
2. Патент RU №2356931 С1 Сорбент-мелиорант для инактивации тяжелых металлов в почве. Щедрин В.Н., Васильев С.М., Степанова Т.Г., Субботина М.А. 2009. – 5 с.
3. Поздняков А.И., Позднякова Л.А., Позднякова А.Д. Стационарные электрические поля почв. М.: КМК Scientific Press LTD, 1996. – 358 с.

УДК: 631.51:631.613

ЭЛЕМЕНТЫ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ СКЛОНАХ

Нежинская Е.Н.

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Ростовская область,
Аксайский район, п. Рассвет.
E-mail: penkova2008@mail.ru

Резюме. Исследования проводили в многофакторном стационарном опыте, в 2017-2019 гг. расположенном на склоне 3,5-4° балки Большой Лог, Аксайского района Ростовской области. Контурно-полосная организация территории совместно с использованием чизельной обработки почвы позволяет сократить сток и смыв. Введение в севооборот от 20 % до 40 % многолетних трав сокращает эрозионные процессы на 40-47 %.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, сток, смыв, обработка почвы, коэффициент стока.

Summary. The research was conducted in a multi-factor stationary experiment, in 2017-2019, located on the slope of the 3.5-4° beam of the Bolshaya Log, Aksay district of the Rostov region. Contour-stripe organization of the territory together with the use of chisel tillage allows reducing runoff and flushing. Introduction of 20% to 40% of perennial grasses into crop rotation reduces erosion processes by 40-47 %.

Key words: winter wheat, yield, runoff, flushing, tillage, runoff coefficient.

Значительная часть земель Юга России размещена на склонах различной крутизны. Свыше 26 % или 54 млн. га сельхозугодий на Северном Кавказе подвержено эрозии [1]. Склоновые земли крутизной до 3,5-4° подверженные слабой и средней эрозии, обладают в большинстве случаев достаточным уровнем плодородия, с которых возможно получение сельскохозяйственной продукции [2,3]. Создание специализированных севооборотов на этих землях позволяет предотвратить эрозионные процессы. Освоение ландшафтных систем земледелия на территории южных регионов необходимо, прежде всего, в связи с тем, что эрозионные процессы негативно сказываются на уровне почвенного плодородия. Недобор продукции земледелия даже в относительно умеренные по проявлению эрозионных процессов годы составляет в южных регионах не менее 3 млн. тонн [4].

Исследования проводили в многофакторном стационарном опыте, заложенном в 1986 году, расположенном на склоне балки Большой Лог, Аксайского района Ростовской области. Опыт был развернут в пространстве и во времени в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5-4°, зарегистрирован в Географической сети длительных опытов с удобрениями (аттестат № 169). Исследования были проведены в 2017-2019 гг. в трехкратном повторении с полосным размещением культур и чистого пара. Изучали две системы основной обработки почвы: чизельная обработка и отвальная вспашка, в трех пятипольных севооборотах разной конструкции. Севооборот – «А» 20% чистый пар, 60% колосовых, 20% пропашных и 0% многолетних трав; Севооборот – «Б» 0% чистый пар, 50% колосовых и зернобобовых, 20% пропашных и 20% многолетних трав; Севооборот «В» – 0% чистый пар, 40% колосовых, 20% пропашных и 40% многолетних трав. Система удобрений и защиты растений согласно принятой для зоны [5].

В ходе проведения многолетних исследований в ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» установлено, что ущерб земледелию в местах проявления водной эрозии почв происходит от чрезмерной потери влаги в результате поверхностного стока. Со стоком и смывом теряется органическое вещество почвы, элементы минерального питания верхнего наиболее плодородного слоя почвы (таблица 1).

Таблица 1 – Сток талых и ливневых вод, смыв почвы в севооборотах в системе контурно-полосной организации склона и на незарегулированном склоне.

Севооборот	Способ обработки почвы	Сток, мм	Коэффициент стока	Смыв, т/га	Коэффициент противозерозивной эффективности	Потеря гумуса и основных элементов питания от эрозии, кг/га			
						гумус	азот	фосфор	калий
«А»	чизельная	23,4	0,68	8,6	5,06	31,5	18,2	13,7	206,8
	отвальная	25,4	0,74	9,5	5,97	35,0	20,1	15,2	229,3
«Б»	чизельная	16,6	0,48	5,9	3,63	22,4	12,5	9,4	142,4
	отвальная	20,6	0,60	7,7	4,69	29,0	16,3	12,3	185,1
«В»	чизельная	13,0	0,38	4,5	2,51	17,6	9,6	7,3	109,4
	отвальная	16,3	0,47	5,7	3,40	21,9	12,0	9,1	136,8
Незарегулированный склон	отвальная	34,4	0,72	23,8	7,93	87,6	50,5	38,1	574,5

Контурно-полосная организация территории с полосным размещением культур на эрозионно-опасных склонах позволяет влагу атмосферных осадков, как при таянии снега из фактора разрушительного превратить в фактор созидательной. В стационаре по изучению севооборотов на незарегулированном склоне крутизной до 3,5-4° средний годовой сток талой воды составили 34,4 мм и смыв почвы – 23,8 т/га.

На основной части склона с контурно-полосной организацией территории, показатели стока и смыва почвы были меньше на 60-80 %. Применение чизельной основной почвы обработки в системе контурно-полосной организации эрозионно-опасного склона позволило сократить величину смыва почвы на 9,8-23,0 %.

Наибольшей устойчивостью к эрозионным процессам обладают многолетние травы. В севообороте с 40 % многолетних трав в структуре посевов отмечена наибольшая эрозионная устойчивость смыв почвы был на 40-47 % меньше, чем в севообороте, где травы отсутствуют. В севообороте с 20 % полем многолетних трав смыв почвы сократился на 19-31 %, с преимуществом по чизельной обработки почвы.

Сток талых вод на эрозионном участке имел аналогичную тенденцию в зависимости от способа обработки почвы и конструкции севооборота, что и смыв ($r=0,92$). Интенсивность стока эрозионных процессов наблюдалась на вспаханных участках, от 8 % до 20 % с уменьшением процентного содержания многолетних трав в структуре севооборота. Коэффициент стока и коэффициент противозерозивной опасности уменьшался с увеличением доли многолетних трав в структуре посевов. Аналогичную закономерность имели и потери основных элементов питания, которые были наименьшими в севообороте с 40 % многолетних трав [6].

Наиболее полно агрономический смысл адаптивно-ландшафтного земледелия проявляется при контурно-полосной организации территории, которая

предполагает на эрозионно-опасных склонах полосное, приближенное к горизонталям размещение культур, а также приближенные к горизонталям направления обработки почвы, посева и других технологических операций по возделыванию полевых культур [7].

В условиях эрозионной опасности и острого дефицита влаги агрономическая необходимость в паровом поле необходима и значительно усиливается в связи ухудшением водного и пищевого режимов, чем на равнинных участках. Однако, чистый пар – наиболее уязвимое в эрозионном отношении поле, и его следует надежно защитить. При необходимости следует произвести усиление почвозащитного комплекса за счет чизельной обработки, щелевания почвы и образования по границе полос напашных валиков (18-20 см), что позволяет сократить величину стока [8].

Озимая пшеница в опыте возделывалась после пара, после озимой пшеницы по пару, зернобобовым и после кукурузы на зерно (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественника в севообороте и обработки почвы, т/га

Севооборот, предшественник	Способ обработки почвы	
	Чизельная	Отвальная
Севооборот «А», чистый пар	4,36	4,19
Севооборот «А», озимая пшеница	3,20	3,13
Севооборот «Б», соя	3,77	3,59
Севооборот «В», кукуруза на силос	3,37	3,24
НСР ₀₅ - В зависимости от предшественника, способа обработки почвы, – 0,19 т/га.		

Наибольшая урожайность озимой пшеницы до 5 % была отмечена по чизельной обработке по всем предшественникам ($P \leq 0,05$). Наилучшим предшественником озимой пшеницы является чистый пар, урожайность составляет 4,19-4,36 т/га. Следующий предшественник, по агрономической ценности – соя, где урожайность была меньше на 13-14 % по сравнению с чистым паром. По предшественникам кукуруза на зерно и озимая пшеница был получен урожай меньше на 22-26 %, чем по паровой озимой пшеницы.

Таким образом, применение элементов почвозащитных мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур на эрозионно-опасных склонах крутизной до 3,5-4°, с контурно-полосной организацией территории позволяет сократить сток и смыв почвы на 60-80 %. Использование чизельной обработки почвы сокращает величину смыва почвы на 9,8-23,0 %. Введение в севооборот от 20 % до 40 % многолетних трав препятствует развитию эрозионных процессов на 40-47 %. Наибольшая урожайность озимой пшеницы была получена по чистому пару (4,19-4,36 т/га) при надежной его защите.

Библиографический список.

1. Мероприятия по охране почв от эрозии: научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ» [Текст] / Г.Т. Балакай, Е.В. Полуэктов, Н.И. Балакай, А.Н. Бабичев, В.А. Кулыгин, Л.А. Воеводина, Л.И. Юрина, Н. И. Тупикин, Е. А. Кропина, А. Б. Финошин. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010.–71 с.

2. Гаевая Э.А., Мищенко А.Е., Тарадин С.А. Возделывание подсолнечника элементы ресурсосберегающей технологии возделывания подсолнечника на склонах Ростовской области // Фермер. Поволжье. – 2016. – № 6 (48). – С. 42-46.
3. Мищенко А.Е., Гаевая Э.А., Кисс Н.Н., Тарадин С.А. Защита почв от деградации в адаптивно-ландшафтном земледелии Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (53). – С. 11-14.
4. Листопадов И.Н., Игнатьев Д.С., Гаевая Э.А. Севооборот как средство предотвращения водной эрозии почв // Земледелие. 2010. № 8. С. 8.
5. Гаевая Э.А., Мищенко А.Е., Кисс Н.Н., Сафонова И.В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в севооборотах на эрозионноопасных склонах Ростовской области // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 6. – С. 42-47.
6. Гаевая Э.А. Влияние разных способов обработки почвы на ее физические свойства // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – № 39. – С. 154-162.
7. Гаевая Э.А., Мищенко А.Е., Сафонова И.В. Борьба с водной эрозией в севооборотах на склоновых землях // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2012. – № 1 (5). – С. 91-100.
8. Игнатьев Д.С., Гаевая Э.А. Обработка почвы на эрозионноопасных склонах // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 12 (79). – С. 13-14.

УДК 633.11:631

КАЛИЙНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВОГО СЕВООБОРОТА В УСЛОВИЯХ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ

Никитина Л.В.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», г. Москва

E-mail: *kalinik@bk.ru*

Резюме. В стационарном полевом опыте, в период последействия при сельскохозяйственном использовании дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы без удобрений происходило восстановление содержания обменного калия до его исходного уровня за счёт дополнительной мобилизации почвенных запасов этого элемента под влиянием возделываемых культур. Очень высокий уровень содержания обменной формы калия, сформированный в результате регулярного, длительного (28 лет) внесения высоких доз этого элемента с удобрениями, обладал неустойчивостью, и, после прекращения внесения удобрений, с течением времени происходило его снижение. Последействие невысоких доз минеральных удобрений в зерновом севообороте приводило к потере почвой потенциального плодородия в отношении калия. И только последействие совместного внесения органических и минеральных удобрений, особенно при повышенных дозах последних, в большей степени, по сравнению с минеральными, способствовало сохранению запаса калия в почве, созданного регулярным внесением удобрений в предшествующие годы. В условиях последействия, как в первой, так и второй ротациях 4-польного зернового севооборота отмечался последовательный прирост продуктивности севооборота по возрастающим дозам ранее внесенных удобрений, и наблюдалось преимущество органо-минеральной системы над минеральной.

Ключевые слова: зерновой севооборот, дерново-подзолистая почва, калийный режим почвы, системы удобрения, последействие удобрений

Summary. In the stationary field experiment, during the aftereffect of agricultural use of sod-podzolic heavy loam soil without fertilizers, the content of exchange potassium was restored to its original level due to additional mobilization of soil reserves of this element under the influence of

plants. A very high level of the content of the exchange form of potassium, formed as a result of regular, long-term (28 years) application of high doses of this element with fertilizers, had instability, and, after stopping the application of fertilizers, its decline occurred over time. The aftereffect of high doses of mineral fertilizers in the grain crop rotation led to the loss of potential soil fertility in relation to potassium. And only the aftereffect of joint application of organic and mineral fertilizers, especially at higher doses of the latter, to a greater extent, in comparison with mineral, contributed to the preservation of the potassium reserve in the soil created by regular application of fertilizers in previous years. Under the conditions of aftereffect, both in the first and second rotations of the 4-pole grain crop rotation, there was a consistent increase in crop rotation productivity by increasing doses of previously applied fertilizers, and the advantage of the organo-mineral system over the mineral system was observed.

Key words: grain rotation, sod-podzolic soil, the potassium regime of soil, fertilizer system, the residual effect of fertilizers

Введение. Современное сельское хозяйство невозможно без применения удобрений и, очевидно, в обозримом будущем они будут оставаться одним из главных рычагов повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. Удобрения, как источник питания растений, изучаются много десятков лет, и значение их как фактора, влияющего на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур достаточно велико. Общеизвестно, что в последние десятилетия в практике сельского хозяйства России резко сократилось применение удобрений и мелиорантов. В большинстве районов нашей страны значительная часть площадей пахотных почв не удобряется, либо, в лучшем случае, удобряется отчасти. При этом большая часть урожая формируется за счет естественного плодородия почв и запасов питательных веществ, созданных предшествующей удобренностью в годы интенсивной химизации [1].

Существенной составляющей плодородия пахотных почв является их калийное состояние. По данным [2] баланс калия в земледелии России сложился таким образом, что за последние 25 лет вынос калия урожаями сельскохозяйственных культур более чем в 3 раза превысил внесение калия со всеми удобрениями, и пахотные почвы России недополучили 750 кг K_2O /га. Практически во всех земледельческих регионах отмечается увеличение питательной деградации почв в отношении этого элемента [3-6].

Учитывая нарастающее истощение пахотных почв в отношении калия и важное значение этого элемента для выращиваемых культур, детальное изучение изменений параметров калийного состояния почв при последствии ранее внесенных удобрений в современных условиях является необходимым этапом.

Цель исследований – оценить влияние последствия длительного применения систем удобрения на калийный режим тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы и продуктивность зернового севооборота.

Методика исследований. Для оценки последствия длительного применения систем удобрения на продуктивность зернового севооборота и калийный режим тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы был привлечен стационарный полевой опыт (СШ-5), проводимый на Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии. Схема опыта описана в работах [7,8] и предполага-

ла внесение в течение семи ротаций (28 лет) в зернопропашном севообороте (насыщенность пропашными культурами – 50%) органических и минеральных удобрений в эквивалентных количествах. По окончании седьмой ротации севооборота - внесение удобрений прекратилось, зернопропашной севооборот заменили менее интенсивным – зерновым: викоовсяная смесь на зелёную массу – озимая пшеница – ячмень – овёс (насыщенность пропашными культурами – 0%), т.е. началось изучение последствий удобрений в течение 8 лет в новых экспериментальных условиях.

Изучение последствий разных систем удобрения на калийный режим суглинистой почвы проводили в поле №3. В почвенных образцах, отобранных из пахотного горизонта удобренных вариантов опыта, определяли показатели калийного режима: обменный калий – методом Масловой, (1 М $\text{CH}_3\text{COONH}_4$), легкогидролизуемая фракция необменного – методом Пчёлкина (2М HCl) и необменный фиксированный калий – видоизменённым методом Гедройца в модификации А.В. Петербургского и Ф.В. Янишевского (10%-ая HCl при кипячении). Концентрацию калия в вытяжках определяли методом эмиссионной пламенной фотометрии при помощи атомно-абсорбционного спектрофотометра AAS 30 (Carl Zeiss).

Результаты и их обсуждение. Рассматривая влияние последствий разных систем удобрения на изменения почвенного калийного режима и продуктивность зернового севооборота, можно отметить особенности их действия.

В условиях последствий длительного применения удобрений, в зерновом севообороте практически во всех вариантах опыта наблюдалось снижение содержания $\text{K}_2\text{O}_{\text{обм.}}$ в почве относительно уровня, созданного длительным внесением удобрений. Скорость и масштабы этого снижения в конкретном варианте зависели от уровня обменного калия в почве, сформированного длительным внесением удобрений. Исключение составлял вариант «без удобрений», где при некомпенсируемом в течение 8 лет выносе K_2O урожаем сельскохозяйственных культур содержание обменного калия в почве достигло исходного уровня за счёт мобилизации элемента из необменной формы под влиянием возделываемых культур (табл. 1).

В вариантах последствий органо-минеральных систем удобрения (навоз + 2NPK, навоз + 3NPK), где в результате внесения в предшествующие годы высоких доз калия ($\text{K}_{235-315}$ кг/га) был создан очень высокий (33,6-34,2 мг/100 г почвы), согласно грациям метода Масловой, уровень обеспеченности, масштабы снижения содержания его обменной формы в течение периода последствий были особенно заметными. В среднем за год снижение количества $\text{K}_2\text{O}_{\text{обм.}}$ в почве этих вариантов составило 0,60-0,91 мг/100 г почвы или в пересчете на пахотный слой 18,0- 27,3 кг/га, и за 8 лет последствий обеспеченность почвы обменным калием в этих вариантах снизилась с очень высокого уровня до высокого, т.е. изменилась на одну градацию.

В вариантах с последствием минеральных систем удобрения (NPK - 4NPK) темпы снижения количества обменного калия были несколько ниже (в год 0,16-0,34 мг/100 г почвы или 4,8-10,2 кг/га), и обеспеченность почвы в ос-

новном сохранялась на уровне, созданном длительным внесением удобрений.

Таблица 1 – Содержание форм почвенного калия в условиях действия и последствий удобрений

Вариант опыта	Среднегодовые дозы ранее внесенных удобрений			Исходное количество $K_2O_{обм.}$, мг/100 г почвы	Содержание форм калия, K_2O мг/100 г почвы		
	N	P_2O_5	K_2O		$K_2O_{обм.}$ (по Масловой)	$K_2O_{легкогидр.-необм.}$ (по Пчелкину)	$K_2O_{необм.}$ (по Гедройцу)
Без удобрений	-	-	-	12,0	$\frac{8,6}{11,4}$	$\frac{41}{36}$	$\frac{170}{150}$
Навоз	63	31	75	12,5	$\frac{12,6}{13,7}$	$\frac{43}{35}$	$\frac{157}{160}$
Навоз +NPK	118	64	155	11,4	$\frac{20,0}{19,1}$	$\frac{50}{39}$	$\frac{166}{165}$
Навоз +2NPK	173	97	235	12,8	$\frac{33,6}{26,3}$	$\frac{55}{47}$	$\frac{197}{181}$
Навоз +3NPK	228	130	315	12,6	$\frac{34,2}{29,4}$	$\frac{62}{44}$	$\frac{214}{210}$
NPK	55	33	80	11,1	$\frac{12,4}{12,1}$	$\frac{41}{34}$	$\frac{147}{155}$
2NPK	110	66	160	11,9	$\frac{16,2}{16,8}$	$\frac{44}{39}$	$\frac{147}{160}$
3NPK	165	99	240	11,4	$\frac{23,8}{21,1}$	$\frac{52}{39}$	$\frac{158}{158}$
4NPK	220	132	320	11,7	$\frac{25,4}{24,1}$	$\frac{54}{40}$	$\frac{155}{158}$

Примечание: в числителе – количество калия после 28 лет действия удобрений, в знаменателе – после 8 лет последствий

Содержание в почве обменного калия позволяет оценить ближайшие ресурсы пополнения обменной формы этого элемента [9]. Исследования показали, что прекращение внесения удобрений привело к заметному снижению количества наиболее подвижной фракции обменного калия, определяемой по методу Пчелкина. В вариантах 1NPK-2NPK-последствие количество этого калия достигло уровня контрольного варианта. Наибольшие изменения в содержании легкогидролизуемой обменной формы произошли в вариантах последствия минеральной (3NPK - 4NPK) и органо-минеральной (навоз + 3NPK) систем удобрения с высокими дозами калия. Количество обменного легкогидролизуемого калия в почве этих вариантов за 8 лет последствия снизилось на 13,0-18,0 мг/100 г почвы или на 25-29% относительно уровня, который был сформирован в результате длительного применения удобрений. В среднем за год падение содержания обменного калия в почве этих вариантов составило 1,6-2,3 мг/100 г почвы или 48-69 кг/га в пересчете на пахотный слой почвы.

При прекращении внесения удобрений в вариантах 1NPK-4NPK–последствие почвенные запасы труднодоступного обменного калия, определяемого при использовании более жесткого экстрагента (10%-ая HCl при

кипячении), снизились практически до уровня контрольного варианта. И только последствие совместного внесения органических и минеральных удобрений, особенно при повышенных дозах последних, в большей степени, по сравнению с минеральными, способствовало сохранению запаса калия в почве, созданного регулярным внесением удобрений в предшествующие годы.

Оценивая последствие разных систем удобрения на продуктивность зернового севооборота, можно отметить, что в 1-ой ротации продуктивность зернового севооборота была невысокой, она колебалась от 10,2 до 14,5 ц з.е/га по вариантам органической и органоминеральной системам удобрения и от 7,1 до 11,2 ц з.е/га – по вариантам минеральной системы при продуктивности не-удобренного контроля 8,4 ц з.е/га (табл. 2).

Таблица 2 – Продуктивность зернового севооборота по ротациям (поле 3)

Вариант опыта	1-ая ротация		2-ая ротация		Среднегодовая продуктивность зернового севооборота, ц з.е/га
	Продуктивность, з.е/га	Прибавка урожая, ± к контролю	Продуктивность, ц з.е/га	Прибавка урожая, ± к контролю, ц з.е/га	
Контроль (без удобрений)	8,4	-	6,0	-	7,2
Навоз	10,2	1,8	6,2	0,2	8,2
Навоз+NPK	11,4	3,0	7,9	1,9	9,6
Навоз+2NPK	13,6	5,2	9,2	3,2	11,4
Навоз+3NPK	14,5	6,1	9,9	3,9	12,2
NPK	7,1	-1,3	6,8	0,8	7,0
2NPK	9,2	0,8	7,1	1,1	8,2
3NPK	11,2	2,8	8,3	2,3	9,8
4NPK	10,6	2,2	8,8	2,8	9,7
HCP05		2,1		1,5	

На обеих системах удобрения (органо-минеральной и минеральной) отмечался ступенчатый рост прибавок продуктивности в соответствии с дозами ранее внесенных удобрений. На всех уровнях удобренности органо-минеральная система удобрения обеспечивала существенно более высокие прибавки продуктивности, чем сопоставимые варианты минеральной системы. Следует отметить, что в вариантах минеральной системы удобрения 1NPK - 2NPK с низкими дозами элементов питания последствие ранее внесенных удобрений практически отсутствовало, что может быть связано со снижением потенциального плодородия почвы этих вариантов до уровня плодородия неудобренного контроля [7].

Во 2-ой ротации севооборота продуктивность снизилась в 1,2-1,6 раза по сравнению с первой. Снижение продуктивности севооборота произошло из-за низкой урожайности всех культур севооборота, особенно яровых зерновых и, в первую очередь, ячменя, полученной в экстремальных погодных условиях (весенняя засуха и проливные дожди летом) [7]. Это обстоятельство не позволило в полной мере использовать потенциальное плодородие, созданное за 28 лет

внесения удобрений. Также, как и в первой ротации отмечался последовательный прирост продуктивности севооборота по возрастающим дозам ранее внесенных удобрений и преимущество органо-минеральной системы над минеральной.

В итоге за 8 лет последствия внесенных удобрений установлено, что среднегодовая продуктивность культур зернового севооборота при урожае в контроле 7,2 ц з.е/га возросла в варианте органо-минеральной системы удобрения на 2,4-5,0 ц з.е/га или на 33-69%, а в вариантах минеральной системы (3NPK - 4NPK) – на 2,5-2,6 ц з.е/га или на 35-36%.

Заключение. При длительном сельскохозяйственном использовании дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы без удобрений происходило восстановление содержания обменного калия до его исходного уровня за счёт дополнительной мобилизации почвенных запасов этого элемента под влиянием возделываемых культур. Последствие невысоких доз минеральных удобрений в зерновом севообороте приводило к потере почвой потенциального плодородия в отношении калия. Это проявлялось, прежде всего, в поддержании исходной обеспеченности почвы обменным калием за счет мобилизации его из необменных форм, и соответственно снижения их количества до уровня неудобренного контроля. И только последствие совместного внесения органических и минеральных удобрений, особенно при повышенных дозах последних, в большей степени, по сравнению с минеральными, способствовало сохранению запаса калия в почве, созданного регулярным внесением удобрений в предшествующие годы.

Как в первой, так и второй ротациях зернового севооборота отмечался последовательный прирост продуктивности севооборота по возрастающим дозам ранее внесенных удобрений, и наблюдалось преимущество органо-минеральной системы над минеральной.

Библиографический список.

1. Кудеяров В.Н., Семёнов В.М. Проблемы агрохимии и современное состояние химизации сельскохозяйственного производства в Российской Федерации // Агрохимия. – 2014. – №10. – С. 3-17.
2. Кудеяров В.Н. Баланс азота, фосфора и калия в земледелии России // Агрохимия. – 2018. – №10. – С. 3-11.
3. Якименко В.Н. Баланс калия, урожайность культур и калийное состояние почвы в длительном полевом опыте в лесостепи Западной Сибири//Агрохимия. – 2019. – №10, – С. 16-24.
4. Конончук В.В., Никитина Л.В. Влияние систематического применения удобрений на баланс калия и некоторые показатели калийного режима светло-каштановой почвы при орошении // Агрохимия. – 2002. – №6. – С. 53-58.
5. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Мониторинг плодородия пахотных почв Центрально-Чернозёмных областей России // Агрохимия. – 2013. – №4. – С. 11-22.
6. Налиухин А.Н., Веденеева Н.В. Калийный режим дерново-подзолистых почв льноводческих районов Вологодской области и эффективность калийных удобрений в посевах льна-долгунца//Агрохимия, – 2012. – №12. – С. 24-30.
7. Ефремов В.Ф. Действие и последствие систем удобрения в зерновом севообороте // Плодородие. – 2004. – №4(19). – С. 10-11.
8. Никитина Л.В. Влияние длительного применения удобрений в зернопропашном сево-

обороте на калийный режим дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы//Агрохимия. – 2012. – №12. – С. 15-23.

9. Никитина Л.В., Соколова Т.А., Якименко В.Н. и др. Методические подходы при разработке параметров калийного режима пахотных почв/Бюлл. Геосети опытов с удобрениями/под ред. акад. В.Г. Сычева/М.: ВНИИА, – 2011. – Вып. 12. – 40 с.

УДК 574 (470.323.1 – 21)

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОПЕДОЦЕНОЗОВ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ Г. КУРСКА

Никитина О.В., Ковалева Е.В.
ФГБОУ ВО Курская ГСХА, Курск
E-mail: Nikioxana2009@yandex.ru

Аннотация. Уровень загрязненности подвижными формами тяжёлых металлов в агроценозах пригородной зоны города неравномерно изменяется в зависимости от удаленности от источников загрязнения. Максимум содержания подвижных форм тяжёлых металлов отмечено до 5 км и Z_c составил 1,02.

Ключевые слова: экосистема, подвижные формы тяжёлых металлов, агроценоз, корреляционно-регрессионный анализ.

В основе экологической составляющей устойчивого развития лежит сохранение нормального функционирования биосферы. Так как от целостности экосистем Земли зависит сама возможность жизни, следовательно, необходимо учитывать предельные нагрузки на экосистемы, т.к. при чрезмерных нагрузках экосистемы теряют возможность к восстановлению и разрушаются.

При проведении статистических исследований уровня загрязненности, по содержанию подвижных форм тяжёлых металлов в почве агроценозов пригородной зоны г. Курска на различных расстояниях от группы промышленных предприятий (от 0,5 до 14 км с градацией в среднем один км), установлены территориально-протяжённые закономерности в изменении содержания изучаемых тяжёлых металлов в агроценозах пригородной зоны г. Курска [1].

Таблица 1 – Экологические функции изменения загрязненности подвижными формами тяжёлых металлов в почвах агроценозов

Металл	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции
кадмий	$Kadmi = -0.67 + 0.52 \cdot km - 0.13 \cdot km^2 + 0.02 \cdot km^3 - 0.001 \cdot km^4 + 0.00002 \cdot km^5$	0,71
цинк	$zink = -5.4 + 7.4 \cdot km - 2.7 \cdot km^2 + 0.41 \cdot km^3 - 0.003 \cdot km^4 + 0.0007 \cdot km^5$	0,75
марганец	$Marganec = 17.7 - 0.33 \cdot km$	0,25
свинец	$Svinec = 1.62 - 0.43 \cdot km$	-0,38
медь	$Med = 2.9 - 1.41 \cdot km + 0.27 \cdot km^2 - 0.022 \cdot km^3 + 0.0007 \cdot km^4$	0,75

Как показывает проведенный анализ уровень содержания подвижных форм тяжёлых металлов статистически не зависит от принятого диапазона

глубины почвы.

Уровень загрязненности подвижными формами кадмия, цинка и меди выражается сложной периодической функцией, т.е. неравномерно изменяется в зависимости от удаленности от источников загрязнения, а концентрация марганца и свинца сокращается равномерно с увеличением удаленности от источника загрязнения.

Сделанные по данным корреляционно-регрессионного анализа выводы обобщаются, подтверждаются и дополняются данными кластерного анализа.

Таблица 2 – Кластерный анализ показателей уровня загрязненности подвижными формами тяжёлых металлов в зависимости от глубины и расстояния

Кла-стер	Число эл. кластера (из-мерений)	Центроидные значения показателей в кластере						
		Zn	Cd	Mn	Cu	Pb	Глуби-на, см	Расстоя-ние, км
1	7	1,71	0,09	20,0	0,46	4,21	28,5	4,4
2	15	1,18	0,07	13,4	0,26	2,0	38,0	8,2

Данные кластерного анализа показывают, что значения уровней концентрации всех подвижных форм тяжёлых металлов распадаются на две группы, отличающиеся в два раза по расстояниям, и в меньшей степени – величиной глубины, соответственно, в первом кластере 28,5 см и во втором – 38 см.

Из данных приведённых в таблице данных наблюдается отчетливое и хорошо различимое превышение концентрации подвижных форм тяжёлых металлов в первом кластере измерений, находящемся на меньшем удалении от источника загрязнения (4,4 км). Изучение воздействия выбросов от стационарных источников на кислотность почвы методами кластерного анализа показывает, что все измерения распадаются на две группы, первая из которых соответствует расстоянию в 4,8 км, а вторая – значительно большей удаленности от источника заражения – 10,6 км [2].

Основная зона накопления тяжёлых металлов в почвах участков исследований прослеживается на расстоянии до 5 км от источников выбросов. Максимум их содержания отмечен в точке отбора от 0,5 до 5 км (зона влияния факела выброса), суммарный индекс загрязнения территорий составил $Z_c = 1,02$.

Библиографический список

1. Бабенко, О.В. Территориально-протяжённые закономерности уровня загрязнения агроландшафтов тяжёлыми металлами в пригородной зоне г. Курска / О.В. Бабенко, А.И. Стифеев // Экология Центрально-Чернозёмной области Российской Федерации. – № 1-2. – 2008. – С. 175-178.
2. Стифеев, А.И. Содержание тяжёлых металлов в почвах и растениях пригородной зоны г.Курска / А.И. Стифеев, О.В. Бабенко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 3. – С. 36-38.

УДК 626.877.2:553.3/4(470.323)

ПРОБЛЕМА ОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КМА И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ

Никитина О.В., Стифеев А.И.
ФГБОУ ВО Курская ГСХА, Курск
E-mail: Nikioxana2009@yandex.ru

Аннотация. В условиях ЦЧ осуществляется добыча железной руды открытым способом, что приводит к исчезновению экосистем. В результате изучены и предлагаются технологии создания на техногенных ландшафтах фитоценозов состоящих из деревьев, кустарников и трав.

Ключевые слова: отвалы, горные породы, техногенные ландшафты.

Россия обладает значительными площадями земельных ресурсов. На 01.01.2020 года их площадь составляет 1710 млн. га, из них сельскохозяйственного назначения – 455 млн. га. В результате антропогенной деятельности на смену тысячелетиями создаваемых естественных ландшафтов образуются значительные площади техногенных ландшафтов, представленных отвалами горных пород, хвостохранилищами, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду. Происходит загрязнение компонентов природы пылевыми выбросами, содержащих тяжёлые металлы, изымаются земельные ресурсы, нарушается гидрологический режим территории, уничтожаются экосистемы и находящиеся там биоценозы, увеличивается заболеваемость населения. Большую тревогу вызывают небольшие местные карьеры по добыче песка, глины, мела, гравия, которые распространены в большинстве областных районов страны. Особую тревогу техногенные ландшафты вызывают в условиях плодородных почв и высокой плотности населения. К таким регионам следует отнести Центральное Черноземье, где функционируют три крупнейших железорудных карьера (Михайловский, Лебединский и Старооскольский) на базе которых созданы горно-обоганительные комбинаты, а соответственного хвостохранилища, занимаемые свыше 36 тыс. га высокоплодородных чернозёмов и серых лесных почв. В настоящее время на КМА созданы техногенные ландшафты (отвалы, хвостохранилища) на площади 15 тыс. га. Для складирования отходов промышленности и быта изъято из землепользования области свыше 3000 га, площадь мелких карьеров по добыче минерального сырья практически отсутствует [2].

При добыче железной руды на территории трех железорудных карьеров Курской магнитной аномалии (КМА) только при добыче руды открытым способом извлечено из недр литосферы около 2 млрд. м³ метров горных пород различного возраста и водно-физических и химических свойств. Техногенная добыча железной руды осуществляется валовым способом, в результате чего формируются техногенные ландшафты (отвалы) смесью горных пород, высота которых превышает 100 м. Такие ландшафты являются неустойчивыми, легко поддаются водной и ветровой эрозии, длительное время не зарастают травяни-

стой и древесной растительностью, являются очагами загрязнения прилегающей территории [1].

Нашими исследованиями установлена возможность самозарастания техногенных ландшафтов культурными видами трав (люцерна, клевер, донник, овсяница, кострец) и породами древесно-кустарниковой растительности (береза, тополь, сосна, ива, акация, облепиха). Наблюдения показали, что на отвалах из смеси пород 25-летнего возраста образуется 100 % проективное покрытие, снижаются процессы эрозии, улучшается окружающая среда. Ранее нами были разработаны технологии комплексной рекультивации земель, включающие создание агроценозов на спланированных отвалах с нанесением плодородного слоя почв мощностью 40 см. Данная технология дорогостоящая и практически в условиях карьеров КМА не применяется.

Учитывая низкую степень облесенности территории Курской области (8,2 %) нами предлагается создание фитоценозов, произрастающих на обследованных отвалах. Для облесения свежесыпанных ландшафтов предлагается технология посадки следующих пород деревьев: береза, сосна, тополь, ива, акация, облепиха с размещением ценных пород (береза, тополь, яблоня) на расстоянии 2,5 м, кустарников (акация, облепиха, рябина, терн) на расстоянии 0,75 м [3].

Кроме того, предлагается технология залужения спланированных отвалов (техногенных ландшафтов) путем посева многолетних трав: люцерны, клевера, донника, овсяницы, костреца, житняка с использованием $N_{30}P_{30}K_{30}$, что позволит придать устойчивость техногенных ландшафтов, предотвратить эрозионные процессы, улучшить окружающую среду [2].

На основании проведенных исследований рекомендуем горно-обогатительным комбинатам КМА внедрять технологии создания фитоценозов из древесно-кустарниковых пород и многолетних трав, которые по своим биологическим свойствам способны произрастать на технических смесях пород.

Библиографический список

1. Стифеев А.И. Оценка и нормирование экологического состояния почв в зоне функционирования Михайловского железорудного комбината КМА // А.И. Стифеев, Е.А. Бессонова, К.Н. Кемов, О.В. Никитина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 54-57.
2. Стифеев А.И. Рекультивация нарушенных земель и технологии их реабилитации на территории Центрального Черноземья / А.И. Стифеев, О.В. Никитина, Е.А. Бессонова, К.Н. Кемов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – №6. – С.34-38.
3. Стифеев А.И. Основные направления преобразования техноземов в культурные ландшафты / А.И. Стифеев, О.В. Никитина, О.В. Нагорная, Е.Н. Панова, Е.С. Николаева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3. – С. 28-34.

СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПОД ЯЧМЕНЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Николаев В.А., Щигрова Л.И.

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

E-mail: vladimir_nikolaev0202@mail.ru, shchigrova@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются закономерности изменения содержания и распределения элементов питания в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, при разных по интенсивности приемах обработки. Установлено влияние систем обработки на продуктивность ячменя.

Ключевые слова: нитратный и аммонийный азот, фосфор, калий, отвальная, минимальная обработка, урожайность.

Одним из основных факторов высокой продуктивности сельскохозяйственных растений и экологической устойчивости земледелия является оптимизация питательного, водного и воздушного режимов почвы с учетом биологических особенностей возделывания культур, фитосанитарного состояния посевов и почвенно-климатических условий [2].

Сохранение и повышение плодородия почвы достигается за счет использования органических и минеральных удобрений и широкого применения минимальных ресурсосберегающих систем обработки почвы [1]. Важная роль при этом отводится способу, глубине и интенсивности перемешивания почвы, определяющих скорость минерализации органического вещества, и доступность элементов питания [3].

Основной целью исследований являлось изучение динамики содержания и распределения элементов питания в пахотном и подпахотном слоях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при разных системах обработки.

Методика. Исследования проводились на опытном поле Центра точного земледелия (ЦТЗ) на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Объектом исследования являлись агрохимические свойства почвы и зерновая культура (ячмень) который чередуется в севообороте: викоовсяная смесь на зеленый корм – озимая пшеница + горчица белая на сидерат – картофель – ячмень. В данном опыте изучали две системы основной обработки почвы – отвальную (ежегодная вспашка на глубину 20-22 см) и минимальную (на глубину 10-12 см). Почвы по механическому составу суглинистые и супесчаные, по цвету чаще красно-бурые карбонатные, но верхние слои (3-5 см) выщелоченные. Верхние горизонты мощностью в 40-50 см представлены песчано-крупнопылеватым суглинком, по всей толще встречаются валуны. Потребность почв в известковании слабая, т.к. pH водной вытяжки колеблется в пределах от 5,8-6,2; содержание гумуса 2,4-2,5%; K₂O 40-80 мг/кг почвы; P₂O₅ 158-167 мг/кг почвы; сумма обменных оснований 13,5 мг-экв/100г почвы.

Отбор почвенных образцов для агрохимического анализа по изучаемым вариантам опыта проводился в следующие сроки вегетации – фаза кущения,

колошения и восковой спелости по слоям 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 см.

Удобрения вносили на планируемую урожайность под ячмень в количестве 32 кг/га д.в. [4].

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали, что потребление тех или иных форм азота в течение вегетационного периода носило циклический характер, близкий к нормальному закону распределения при разном соотношении между его формами по фазам роста и развития ячменя.

В фазу кущения наименьшее содержание нитратного азота как в варианте с отвальной обработкой почвы, так и в варианте с минимальной отмечали в слое 0-10 см, где расположена основная масса корневой системы, а, следовательно, из этого слоя он и потреблялся ячменем в первую очередь.

К середине вегетации потребность растений в азотном питании уменьшается, но увеличивается потребность в фосфоре и калии, что связано с формированием репродуктивных органов растений. Повышается доля аммонийного азота до 1 мг/кг почвы, т.е. в 9-10 раз (рис.1).

К концу вегетации содержание нитратного азота по сравнению с фазой колошения увеличивается, что свидетельствует о продолжительности процесса высвобождения азота и замедление его поглощения растениями ячменя, что связано с динамичностью процессов превращения азотистых веществ и резким уменьшением потребности ячменя в этом элементе.

Рисунок 1 – Содержание аммонийного и нитратного азота в почве под посевами ячменя, мг/кг почвы

Содержание подвижного фосфора в фазе кущения ячменя в пахотном слое (0-20 см) было выше (158,3 мг/кг почвы) в варианте с минимальной обработкой по сравнению с отвальной, где оно составило 146,8 мг/кг почвы. Данная закономерность также наблюдалась и в более глубоких слоях. К концу вегетации наблюдается незначительное увеличение фосфора (рис.2).

Рисунок 2 – Влияние обработки почвы на содержание подвижного фосфора и обменного калия под посевами ячменя, мг/кг почвы

Динамика содержания обменного калия имела убывающий характер, т.е. его содержание снижалось по мере накопления растениями ячменя компонентов биомассы. Так в начале вегетации содержание обменного калия в пахотном слое (0-20 см) составило 161,2 мг/ кг почвы при минимальной обработке и 138 мг/кг – при отвальной. К середине вегетации оно уменьшилось соответственно до 128 и 97,2 мг/кг, к концу вегетации – до 113,3 и 87 мг/кг почвы.

Таким образом, на динамику содержания и распределения питательных элементов в почве по изучаемым вариантам оказывали влияние способы и глубина основной обработки (отвальная или минимальная).

Исследования показали, что в условиях вегетационного периода 2019 года при недостатке влаги, преимущество по накоплению и расходу влаги, оптимизации фосфорного и калийного режимов питания оставалось за минимальной обработкой, следовательно данный вариант обеспечивал и более высокую продуктивность возделываемой культуры (табл.1).

Таблица 1 – Влияние разных приемов обработки на урожайность ячменя, 2019 г.

Обработка почвы	Урожайность, т/га
Отвальная	2,6
Минимальная	2,8

Так урожайность ячменя в варианте с минимальной обработкой составила 2,8 т/га, что на 0,2 т/га больше в сравнении с отвальной обработкой.

Выводы. Таким образом, на динамику содержания и распределения элементов питания в почве по изучаемым вариантам оказывали способы и глубина основной обработки (отвальная или минимальная).

Отмечена тенденция к увеличению урожая ячменя при минимальной обработке.

Библиографический список

1. Шептухов В.Н. Минимизация обработки и прямой посев в технологиях возделывания культур. – М.: ГУЗ. 2005. – 197 с.
2. Мазиров М.А., Матюк Н.С., Полин В.Д., Малахов Н.В. // Земледелие, 2018. – №2. – С. 33-36.
3. Матюк Н.С., Полин В.Д., Николаев В.А. Изменение агрофизических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений // Владимирский земледелец. – 2015. – № 2 (72). – С. 12-14.
4. Беленков А.И., Николаев В.А., Шитикова А.В. //Агрофизика, 2011, №3. – С. 6-14.

УДК 574.21

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АО «НАДЕЖДА» И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОРОСТКОВ *RAPHANUS SATIVUS* L.

Однораленко А.Ю., Проценко Е.П.

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск

E-mail: ecolbiol@yandex.ru

Резюме. В статье приведены данные исследований по оценке экологического состояния почвенного покрова АО «Надежда» и прилегающих городских территорий (г. Суджа, Курской области) с использованием тест-организмов *Raphanus sativus* L., а также сравнительная оценка загрязнения почв в разных техногенных зонах, и оценка фитотоксичности почв при разном уровне антропогенной нагрузки. Основными критериями оценки служили показатели: энергия прорастания, всхожесть семян редиса, развитие надземной части, длина корневой системы проростков. Оценка состояния почвы в разных зонах, проведенная методом биотестирования, показала, что степень загрязнения почв сильно отличается в зависимости от района города. Проведенное исследование показывает, что повышенное загрязнение почвы в городских агломерациях отрицательно влияет на прорастание и развитие растений, замедляет процесс их роста и может привести к их гибели.

Ключевые слова: почвенный покров, биотестирование, фитотоксичность, тест-растения, загрязнение почвы, токсикант.

Summary: The article presents the data of the study on the assessment of the ecological state of the soil cover of JSC "Nadezhda" and the surrounding urban areas (Suja, Kursk region) using test organisms *Raphanus sativus* L., as well as a comparative assessment of soil pollution in different man-made zones, and assessment of phytotoxicity of soils at different levels of anthropogenic load. The main evaluation criteria were indicators: germination energy, germination of radish seeds, development of the aboveground part, the length of the root system of seedlings. The assessment of the soil condition in different zones, conducted by the method of bioassay, showed that the degree of soil contamination differs greatly depending on the area of the city. The study shows that increased soil pollution in urban agglomerations adversely affects the germination and development of plants, slows down their growth and can lead to their death.

Key words: soil cover, bioassay, phytotoxicity, test plants, soil pollution, toxicant.

Качество окружающей среды, а в частности почвы, в последнее время все чаще контролируется с использованием биологических объектов, что открыло актуальное научно-прикладное направление. Эффективным методом оценки потенциальной опасности химического, физического или биологического воздействий на почву, считается биотестирование [3-5]. Основными

источниками загрязнения окружающей природной среды в городах, являются автотранспорт и промышленность.

Почва является весьма специфическим компонентом биосферы, поскольку она не только геохимически аккумулирует компоненты загрязнений, но и выступает как природный буфер, контролирующий перенос химических элементов и соединений в атмосферу, гидросферу.

Биотесты с использованием тест-растений проводятся для определения общей токсичности, мутагенности и канцерогенности [1; 6; 8]. Одним из таких растений является редис (*Raphanus sativus* L.) [8]. Это однолетнее овощное растение обладает повышенной чувствительностью к загрязнению почвы и отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Качественные показатели морфологических изменений тест-растения резко изменяются под влиянием загрязнения почвы. Поэтому для изучения фитотоксичности почвенного покрова АО «Надежда» и прилегающих территорий в зонах различного техногенного воздействия были использованы проростки *Raphanus sativus* L.

АО «Надежда» представляет собой мясокомбинат – одно из крупнейших предприятий региона, которое размещается в промышленной зоне восточнее г. Суджа на землях не пригодных для сельскохозяйственного назначения. Основными источниками загрязнения окружающей среды на территории площадки предприятия являются котельные, цеха по производству полуфабрикатов, цех экструзии, очистные сооружения, автостоянка. Также вблизи предприятия находятся автомобильные дороги, автозаправочные станции, асфальтовый завод, железная дорога [7].

Материалом для исследования служили образцы почвы из разных экологических зон: проба почвы на территории АО «Надежда» (образец № 1), почва пахотных земель вблизи предприятия и автомагистрали (образец № 2), образец почвы парка вблизи ж/д станции и автомобильной дороги (образец № 3), почва вблизи асфальтового завода (образец № 4), почва вблизи площадки для стоянки и ремонта автомобильной техники АО «Надежда» (образец № 5). Пробы почвы отбирали в летний сезон из слоя почвы 0-10 см, затем помещали в контейнеры и высевали на них по 30 семян редиса.

Определение загрязненности почвы проводили в лабораторных условиях с помощью биотеста на проростках *Raphanus sativus* L. Определяли на 3-ий день энергию прорастания, на 5 день – всхожесть семян редиса. Отмечали характер роста проростков, а в конце опыта – длину корневой системы проростков. Кроме этого, провели оценку уровня фитотоксичности почвы (ФЭ) по количеству проросших семян по отношению к контролю по формуле:

$$\text{ФЭ} = (B1 - B2) : B1 * 100,$$

где: ФЭ – фитотоксический эффект;

B1 – всхожесть семян редиса в контроле;

B2 – всхожесть семян в опытном варианте.

Уровень фитотоксичности почвы (ФЭ) оценивали по шкале с

показателями: экологически чистая почва, если разница с контролем не превышает 10%; слабая фитотоксичность, если разница с контролем составляет 10-30%; средняя фитотоксичность почвы, если всхожесть снижается на 30-50%; высокая степень фитотоксичности почвы, если всхожесть снижается более чем на 50% [ГОСТ ИСО 22030-2009, 2010]. Контроль по всхожести семян в лабораторных условиях (для определения лабораторной всхожести в чашки Петри на смоченную фильтровальную бумагу были разложены семена редиса). Всхожесть семян, которую подсчитывали через 5 дней, составила 100%) [6].

Наблюдение за развитием проб № 1, 2, 3 также показали, что отклонений по развитию проростков от нормы нет. Проростки ровные, длина главного корня колеблется незначительно. Высокая всхожесть и хорошее развитие проростков позволяет сделать вывод, что зоны территории АО «Надежда», пахотных земель и парка не подвергаются значительному загрязнению.

Проба почвы, взятая у асфальтового завода, показала, что хотя здесь идет небольшое снижение энергии прорастания и всхожести семян редиса по сравнению с зоной пахотных земель и парка, тем не менее разница с контролем не превышает 25%. Это позволяет говорить о том, что почвы не испытывают антропогенного загрязнения.

Результаты биотестирования выявили, что наибольшее загрязнение испытывает почва вблизи площадки для стоянки и ремонта автомобильной техники, где отмечена низкая энергия прорастания (23 %). Сильное техногенное загрязнение привело к резкому снижению энергии прорастания, роста и развития проростков редиса (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение морфологических показателей тест-растения в зависимости от степени загрязнения почвы

№ образца	Место отбора пробы	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Длина главного корня, см	Длина проростка, см
1	Территория АО «Надежда»	40	77	4,2	17,4
2	Пахотные земли	60	83	3,7	16,9
3	Парк	80	90	3,8	15,7
4	Асфальтовый завод	36	93	3,1	11,8
5	Площадка для стоянки и ремонта а/м	23	90	0,9	6,1
6	Контроль	100	100	4,8	19,0

Наиболее загрязнены почвы на участке, расположенном недалеко от железнодорожной станции, асфальтового завода и вблизи площадки для стоянки и ремонта автомобильной техники. Энергия прорастания и всхожесть семян редиса снизилась в 2-4 раза по сравнению с парковой зоной. Всхожесть семян редиса, посеянных на отобранных образцах почвы, длина главного корня и высота растений в 3-4 раза ниже по сравнению с другими образцами, что указывает на сильное загрязнение почвы поллютантами. По мере увеличения антропогенной нагрузки ухудшаются показатели роста и развития растений. Происходит снижение темпа развития, уменьшается длина корневой

системы. Корневая система проростков, выращенных на почве, собранной вблизи площадки для стоянки и ремонта автомобильной техники и вблизи асфальтового завода, развита более слабо, чем у проростков, выращенных на образцах почвы, взятых в других зонах. Длина корневой системы уменьшилась, а проростки здесь более тонкие и короткие. Сравнивая уровень фитотоксичности почвы в разных районах города, мы видим, что в зависимости от антропогенной нагрузки фитотоксичность городских почв изменяется в широком диапазоне: от 0-10% в парковой зоне до 73% промышленных зонах.

Результатом проведенных исследований стала информация о неоднозначных показателях тест-растений под влиянием загрязнения почвы токсикантами в различных зонах отбора проб. Максимальная энергия прорастания наблюдалась на пробе, взятой из парка (80%), минимальная – на пробе с площадки для стоянки и ремонта автомобильной техники (23%). Наивысший процент всхожести был получен в пробе, взятой вблизи асфальтового завода (93 %), наименьший же в пробе почвы с территории предприятия ОА «Надежда» (77 %). Значительно отличающийся от других уровень фитотоксичности (в 3-6 раз) обнаружен в пробе, взятой вблизи асфальтового завода, самый низкий – в пробе с площадки для стоянки и ремонта автомобильной техники АО «Надежда» (0 %), что обусловлено малым сроком проведения эксперимента и наличием питательных веществ в семени тест-растения (рис. 1).

Рисунок 1 – Уровень фитотоксичности почв в разных зонах отбора проб

Оценка состояния почвы в разных зонах, проведенная методом биотестирования, показала, что степень загрязнения почв сильно отличается в зависимости от района города. Сильное техногенное загрязнение почв отмечено около площадки для стоянки и ремонта автомобильной техники. По мере удаления от железной дороги и асфальтового завода идет снижение антропогенной нагрузки, уровень загрязнения почвы снижается, на что и указывает изменение морфологических показателей тест-растения. Наиболее чистыми участками в городском ландшафте оказались зоны городского парка, пахотных земель и территории АО «Надежда», что говорит о неоднозначности

распространения техногенной нагрузки на почвы.

По морфологическим показателям наиболее благоприятная почва для растений оказалась в пробе, взятой на территории АО «Надежда», что обусловлено малым количеством выбросов загрязняющих веществ непосредственно на территории предприятия. Наиболее низкие показатели длины корня и высоты растений показаны у растений, проросших на почве с площадки для стоянки и ремонта автомобильной техники АО «Надежда», что обусловлено присутствием в почве большого количества нефтепродуктов и продуктов отходов автомобильной техники.

Библиографический список

1. Андреева М.В. Оценка состояния окружающей среды в насаждениях в зонах промышленных выбросов с помощью растений-индикаторов: автореф. дис.... канд. сельскохозяйств. наук. – СПб., 2007. – 20 с.
2. Бадтиев Ю.С., Кулемин А.А. Методика биоиндикации окружающей природной среды // Экологический вестник России. – 2001. – № 4. – С. 27-29.
3. Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья / под ред. Д.А. Криволуцкого. – М.: Наука, 1982. – 144 с.
4. Биологический контроль окружающей среды (биоиндикация и биотестирование) / под ред. О.П. Мелиховой и Е.И. Егорова. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
5. Биологический контроль окружающей среды (биоиндикация и биотестирование) / под ред. О.П. Мелиховой – М.: Академия, 2007. – 288 с.
6. Меженский В.Н. Растения-индикаторы. – М: АСТ, 2004. – 80 с.
7. Том ПДВ АО «Надежда». – Курск: АО «Надежда», 2013. – 271 с.
8. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический проект, 2006. – 416 с.

УДК 631.415:631.452:631.821:631.879

ФОСФОГИПС И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Окорков В.В.

ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль

E-mail: okorkovvv@yandex.ru

Резюме. Приведены данные по размерам накопления и ежегодного выхода фосфогипса в России при производстве фосфорных удобрений. Рассмотрены вопросы использования его в качестве эффективного мелиоранта солонцовых почв и в составе смесей с известью при мелиорации кислых почв, применения фосфогипса для повышения содержания обменного кальция и подвижных форм фосфора и серы на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, приготовления компостов с улучшенными физико-химическими свойствами, создания новых видов удобрений.

Ключевые слова: фосфогипс и его состав, мелиорация солонцовых и кислых почв, фосфогипс - многокомпонентное удобрение.

Summary. Data on the size of accumulation and annual output of phosphogypsum in Russia in the production of phosphorus fertilizers are presented. The use of phosphogypsum was considered as effective ameliorant saline soils and mixtures with lime in reclamation of acidic soils, application of it to increase the content of exchangeable calcium and mobile forms of phosphorus and sulfur on sod-podzolic and gray forest soils, preparation of compost with improved physical and chemical properties, create new types of fertilizers.

Key words: phosphogypsum and its composition, reclamation of saline and acidic soils, phosphogypsum-multicomponent fertilizer.

Фосфогипс (ФГ) – многотоннажный отход при производстве фосфорных удобрений – можно широко использовать при химической мелиорации как солонцовых, так и кислых почв. В отвалах действующих предприятий по производству фосфорных удобрений в России его накоплено более 150 млн. т, в том числе более 100 млн. т – в зоне химической мелиорации почв. Ежегодное производство его достигает 14 млн. т, а степень использования составляет не более 2-4% в год.

Хранение фосфогипса в отвалах связано с большими капитальными и эксплуатационными затратами, требует отчуждения больших площадей земли, превышающих размеры территорий химических предприятий, ухудшает санитарное состояние их и прилегающих территорий.

Фосфогипс представлен в основном гипсом с примесями солей ортофосфорной кислоты (H_3PO_4) и неразложенного апатита. Он может служить дополнительным источником кальция, серы и фосфора. Однако в нем могут содержаться в значительных количествах примеси стабильного стронция, фтора и тяжелых металлов (ТМ). В соответствии с этим в настоящее время ведутся широкие исследования по изучению эффективности и экологически безопасному применению ФГ в земледелии: проведение химической мелиорации солонцовых и кислых почв, в качестве многокомпонентного минерального удобрения, при рекультивации почв, загрязненных ТМ и нефтепродуктами, при создании новых видов удобрений.

Наиболее широко применялся и продолжает применяться ФГ при химической мелиорации солонцовых почв с целью вытеснения из почвенного поглощающего комплекса (ППК) ионов натрия. Солонцы и солонцеватые почвы занимают в России более 29,1 млн. га [1]. В пашню вовлечено около 27% их площади. Больше всего этих почв в Сибири (12677,4 тыс. га) и Поволжье (8101,5 тыс. га). Исследованиями в работе [2] выявлены следующие факторы, влияющие на эффективность применения фосфогипса:

1) Положительное действие фосфогипса и достаточная для протекания мелиоративного процесса растворимость его установлены в условиях как засушливой, так и умеренно сухой степи, когда выпадает около 300 мм осадков в год. Имеется положительный опыт гипсования солонцов и в подзоне среднекаштановых почв (сухая степь). Более высокая растворимость фосфогипса при его взаимодействии с солонцами по сравнению с его растворимостью в воде (в 1,5-2 раза и более) обусловлена многократным сдвигом химического равновесия в сторону растворения новых порций из-за перехода ионов кальция из жидкой фазы в поглощающий комплекс, удаления продуктов обмена в более глубокие слои и образования ионных пар (CaHCO_3^+ , CaSO_4). Она растет с увеличением емкости обмена и содержания обменного натрия, дозы мелиоранта, гумусированности солонцов и доли смектитовых минералов.

2) При расчете доз ФГ следует учитывать расход его на увеличение равновесной концентрации ионов кальция в жидкой фазе, вытеснение ионов натрия и магния из ППК, с другой стороны, имеется возможность подключения к

мелиоративному процессу карбонатов кальция почвы. На высококарбонатных солонцах коэффициенты использования гипса на вытеснение обменного натрия линейно уменьшались от 1,0 до 0,6 с ростом доз мелиоранта (от 0,3 до 1,0), выраженных в долях от полной нормы, эквивалентной содержанию обменного натрия. Для мало-, средне- и многонатриевых солонцов получены соответственно следующие коэффициенты использования доз гипса, рассчитываемых на вытеснение обменного натрия сверх 10% от емкости обмена: 0,70, 0,80 и 0,90. При расчете доз мелиоранта необходимо учитывать и технологии химической мелиорации [2].

3) На лугово-степных и степных каштановых и черноземных солонцах мелиоративные процессы протекают по реакциям 1-го порядка. На лугово-черноземных средненатриевых солонцах с выпадением около 340-360 мм осадков в год периоды изменения мелиоративного параметра в 2 раза в слое 0-20 см составляют: по вытеснению обменного натрия гипсом 5-8 лет и карбонатом кальция 15-20 лет; при гипсовании по уменьшению концентрации почвенного раствора 3-4 года, по растворению гипса и ФГ 2 года. С длительностью использования мелиорированных солонцов в зернопаровых севооборотах, насыщенных ячменем, их мелиоративное состояние улучшается, а продуктивность повышается. Положительное действие фосфогипса в дозах 5-10 т/га наблюдали в течение 10 и более лет. В этих дозах применение ФГ является экологически безопасным приемом.

4) Повышение инфильтрационной способности солонцов при применении ФГ связано как с вытеснением обменного натрия из ППК, так и с коагулирующей способностью на почвенные коллоиды создающейся высокой концентрации жидкой фазы.

Исследования по химической мелиорации кислых почв показали [3, 4], что механизм взаимодействия мелиорантов с ППК этих почв более сложный, чем представляли 100 лет назад [5]. На очень кислых и сильнокислых дерново-подзолистых слабо агрегированных почвах при взаимодействии доломитовой муки (ДМ) с ППК происходил щелочной гидролиз CO_3^{2-} растворившегося мелиоранта по 1-й ($\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$) полностью и 2-й ($\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$) частично ступеням. Образовавшиеся ионы OH^- связывали агенты кислотности (H^+ и подвижный Al^{3+}) соответственно в малодиссоциированные (H_2O) и малорастворимые ($\text{Al}(\text{OH})_3$) соединения. Взамен нейтрализованных ионов H^+ и Al^{3+} в обменное состояние входили ионы кальция и магния. Происходило повышение рН почвы (ΔpH) в соответствии с уравнением:

$$\Delta\text{pH} = \lg \frac{S + \Delta S}{H_f - \Delta S} - \lg \frac{S}{H_f},$$

где S и H_f – соответственно исходная величина суммы поглощенных оснований и гидролитической кислотности, мг-экв/100 г почвы; ΔS – увеличение суммы поглощенных оснований за счет замены ионов водорода и алюминия ионами кальция и магния, мг-экв/100 г почвы.

На таких дезагрегированных почвах эффективность использования гипса по снижению гидролитической кислотности была в несколько раз более низкой, чем ДМ: на почвах с высоким содержанием подвижного алюминия – в 3-4

раза, а с низким – почти на порядок.

На среднекислых и слабокислых, более агрегированных почвах гидролиз CO_3^{2-} ДМ протекал преимущественно по 1-й ступени с нейтрализацией поверхностно расположенных ионов водорода. Коэффициент использования ДМ на снижение гидролитической кислотности варьировал около 0,5-0,6. На порядок более высокая концентрация ионов кальция, образующихся при растворении гипса, вызывала переагрегацию ПК и замену внутриагрегатных ионов водорода и алюминия на ионы кальция, снижение pH почвы. Процессы вытеснения внутриагрегатных агентов кислотности и их нейтрализация активно протекали при совместном использовании извести и гипса. Применение смесей извести с фосфогипсом для химической мелиорации почв рекомендовалось в 80-х годах прошлого столетия [6]. Нитрификационные процессы, протекающие в паровых полях, заметно повышали концентрацию нитратов кальция и магния, что обеспечивало вытеснение части внутриагрегатных ионов водорода и на серых лесных почвах Ополя [7]. Вытеснение внутриагрегатных ионов водорода и увеличение суммы поглощенных оснований от применения доз фосфогипса 1,5 и 3,0 т/га наблюдали в полевом опыте и на среднекислых дерново-подзолистых почвах [8]. В работах [3, 4] разработаны мелиоративные дозы применения одних известковых удобрений и их сочетания с фосфогипсом на кислых почвах.

Дерново-подзолистые почвы бедны кальцием, фосфором и серой, микроэлементами, а серые лесные – преимущественно серой. Поэтому применение ФГ позволяет повысить эффективное плодородие этих почв. В работе [9] было проведено обобщение основных исследований по применению ФГ в качестве многокомпонентного удобрения в Нечерноземной зоне. Так, в «Рекомендациях по использованию фосфогипса в сельском хозяйстве» [10] описаны результаты производственного опыта по эффективности внесения фосфогипса на поля совхоза «Россия» Кингисеппского района Ленинградской области. ФГ в дозе 2 т/га был внесен по известкованному фону. Урожайность зеленой массы ячменя и тимофеевки возрастала соответственно на 30,1 и 14,0%, клубней картофеля – на 32,7%. Там же [10] на дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почве (pH_{KCl} 5,7-5,9) при применении 2 т/га ФГ урожайность клубней картофеля возросла на 20,7%, а овса по последствию известкования (6,0 т/га) – на 22,3%. Та же доза ФГ (2 т/га) увеличивала урожай ячменя на 21,9%, корнеплодов брюквы – на 36,5%. В Белорусской ССР за 1973-1978 гг. продуктивность 5-польного зернотравяно-пропашного севооборота от применения 10 т/га ФГ (доза эквивалентна гидролитической кислотности) возросла на 9,6%, а от полных доз ДМ (8 т/га) и мела (8 т/га), сочетания их половинных доз (4 т/га ДМ + 5 т/га ФГ и 4 т/га мела + 5 т/га ФГ) – на 15,5-18,2% (Шкель М.П., 1979).

В исследованиях [8] на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве урожайность клубней картофеля от применения 0,5 и 1,0 т/га ФГ повышалась на 14,8-21,8%, на 2-й год последствия – на 10,7 и 19,7%, урожайность ячменя от последствия 1,0 т/га ФГ – на 9,6%. Установлено экологически безопасное применение этих доз ФГ.

На серых лесных слабокислых почвах Ополя [9] от внесения 2 и 5 т/га ФГ урожайность зерна овса возрастала на 13,6 и 23,2%, от их последствий урожайность трав 1-го года пользования (клевер + тимopheевка) – на 6,4 и 4,8%, трав 2-го года пользования – на 52 и 30%.

Исследованиями ученых выявлено, что наиболее отзывчивы на внесение фосфогипса культуры, нуждающиеся в сере и выносящие из почвы много кальция: капуста, турнепс, редис, рапс, горчица, брюква. Положительно отзываются на применение фосфогипса и бобовые культуры (клевер, вика, горох, люцерна, люпин), картофель и зерновые. В качестве серного удобрения фосфогипс обычно вносят в дозах 3-6 ц/га [11]. Поэтому применение ФГ в зерно-травяно-пропашных и зернотравяных севооборотах на серых лесных почвах Верхневолжья позволит повысить урожайность трав и продуктивность севооборотов. Минеральные удобрения (NPK, PK) на травах на этих почвах были недостаточно окупаемы.

Смешивание фосфогипса с пылевидными известковыми мелиорантами уменьшает его влажность, улучшает технологические свойства, повышает мелиоративные свойства, снижает коррозию сельскохозяйственной техники. Величина $pH_{\text{водн}}$ нейтрализованного фосфогипса составляет 7-8, с в фосфогипсе, выходящем из цеха, – 2,6-3,0.

Нейтрализованный фосфогипс можно вносить под предпосевную культивацию или весновспашку, а также рассеивая по лугам и пастбищам поверхностно весной до отрастания трав. Нельзя вносить фосфогипс по снегу.

Использование фосфогипса для приготовления компостов из органических удобрений (навоз КРС, конский навоз, птичий помет) – один из путей уменьшения его размеров в отвалах, существенного улучшения физико-химических свойств органоминерального удобрения [9, 12]. Введение фосфогипса в компосты предотвращает потери аммиачного азота, повышает содержание фосфора и серы. Оптимальное количество фосфогипса в компосте от 10 до 20%. В среднем на гектар пашни с компостом должно вноситься 2-3 т/га фосфогипса. В составе компостов фосфогипс вносят в паровых полях, под зяблевую вспашку.

Фосфогипс может использоваться для получения удобрений длительного действия. Способность его формировать комплексы с мочевиной используется при гранулировании простого суперфосфата без сушки.

Широкие испытания по использованию даже кислого фосфогипса в сельском хозяйстве показали его высокую эффективность. При государственной поддержке и новых технологиях его получения (нейтрализованный фосфогипс) использование этого ценного удобрения в Нечерноземной зоне должно быстро возрастать.

Библиографический список

1. Кирюшин В. И., Окорков В. В., Мамонтов В. Г. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия. Выпуск 4. Химическая мелиорация солонцов. Учебное пособие. М.: РосНИИкадров, 1996. – 27 с.
2. Окорков В.В. Использование гипса на солонцах. На примере солонцовых комплексов Северного Казахстана. Суздаль: Российская академия сельскохозяйственных наук, Влади-

мировский НИИСХ, 1995. – 282 с.

3. Окорков В.В. Теоретические основы химической мелиорации кислых почв / ФГБНУ «Владимирский НИИСХ», Иваново: ПресСто, 2016. – 322 с.
4. Окорков В.В. К теории химической мелиорации кислых почв // Агрохимия, 2019. – № 9. – С. 3-17.
5. Гедройц К.К. Учение о поглотительной способности почв. М.: Сельхозгиз, 1932.–216 с.
6. Яковлева М.Е. Смеси с фосфогипсом для химической мелиорации почв // Химия в сельском хозяйстве, 1986. – № 5. – С. 19-22.
7. Окорков В.В., Окоркова Л.А. Некоторые пути повышения эффективности известкования серых лесных почв Верхневолжья // Успехи современного естествознания. 2018. – № 12-2. – С. 302-309.
8. Косодуров К.С. Агроэкологическая оценка эффективности фосфогипса на дерново-подзолистых почвах с картофелем. Дис. ... кандидата с.-х. наук. М.: 2019. – 153 с.
9. Окорков В.В. Перспективы и пути использования фосфогипса для повышения плодородия кислых почв. ГНУ Владимирский НИИСХ Россельхозакадемии. Владимир, 2007. – 76 с.
10. Рекомендации по использованию фосфогипса в сельском хозяйстве. Ленинград-Пушкин, 1981. – 23 с.
11. Шкель М.П. Рекомендации. Применение фосфогипса для удобрения клевера и других культур. Минск: Ураджай, 1971. – 15 с.
12. Антоненко Д.А., Белюченко И.С. Отходы производства и потребления как сырьевая основа сложных компостов // Экологический вестник Кавказа. 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 14-23.

УДК 633.1:631.8:633.11"321"

ОТЗЫВЧИВОСТЬ НОВОГО ПЕРСПЕКТИВНОГО СОРТА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ЛАДЬЯ НА УДОБРЕНИЯ

Окорков В.В.¹, Фенова О.А.¹, Окоркова Л.А.¹, Игнатьева Г.В.¹

ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль

E-mail: adm@vnish.elcom.ru

Резюме. Для серых лесных почв Верхневолжья представлены данные по влиянию удобрений на урожайность зерна и его качество нового сорта яровой мягкой пшеницы Ладья. Установлены сходства и различия в их действии в зависимости от погодных условий и предшественников.

Ключевые слова: урожайность яровой пшеницы, серая лесная почва, минеральные и органические удобрения, качество зерна.

Summary. For gray forest soils of the upper Volga region, data on the effect of fertilizers on grain yield and quality of a new variety of spring soft wheat Ladya are presented. Similarities and differences in their effect depending on weather conditions and predecessors are established.

Key words: spring wheat yield, gray forest soil, mineral and organic fertilizers, grain quality.

Приоритетное значение для повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы в производстве имеет правильное сочетание сорта и технологии его возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях. Значение сорта как важного фактора повышения урожайности сельскохозяйственных культур велико и общеизвестно. Сорт является не только важным, но и наиболее экономически выгодным средством увеличения производства сельскохозяйственной продукции [1].

Яровая пшеница – продовольственная культура, поэтому в селекции ведется жесткий отбор селекционного материала по качеству зерна. Изучение

влияния агротехники возделывания на качество зерна яровой мягкой пшеницы позволяет оценить выход муки и хлеба высокого качества из определенного объема зерна в зависимости от сорта [2]. Правильно подобранные приемы возделывания яровой пшеницы обеспечат наиболее эффективное использование в производстве генетического потенциала конкретных сортов.

Исследования по влиянию систем удобрения и предшественников на урожай и качество зерна нового сорта яровой пшеницы Ладыя проводили в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» в 2017 [3] и 2019 годах. В 2019 году сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по 3 и 4 регионам РФ и Республике Беларусь. Он относится к сортам интенсивного типа и предназначен для соответствующих технологий с потенциалом продуктивности 100 ц/га. Зерно крупное, красное, стекловидное; по технологическим и хлебопекарным показателям выше стандартного сорта Сударыня, относящегося к ценным по качеству сортам.

Средняя урожайность сорта Ладыя в конкурсном сортоиспытании на серых лесных почвах «Верхневолжского ФАНЦ» при нормальной технологии за последние 5 лет составила 43,8 ц/га. При выращивании его по интенсивной технологии урожайность в экологическом сортоиспытании Научно-практического центра по земледелию Республики Беларусь за тот же период в среднем достигала 84,7 ц/га.

Ладыя обладает значительной устойчивостью к наиболее распространенным и вредоносным болезням. Она отличается высоким иммунитетом к ржавчинным болезням. Поражение бурой листовой и стеблевой ржавчиной в период налива зерна по годам не превышало 10%. Устойчивость к септориозу и мучнистой росе – средняя, поражение этими болезнями в эпифитотийные годы составило 15%. К головневым болезням устойчивость высокая, но не абсолютная.

В результате ведения длительного стационарного опыта (с 1991 года) на серых лесных почвах Верхневолжья в зависимости от систем удобрения на делянках создавался разный уровень плодородия. В 4-й ротации зернотравяного севооборота чередование культур было следующим: занятой пар (викоовсяная смесь) – яровая пшеница – овес с подсевом трав (клевер + тимофеевка) – многолетние травы 1-го года пользования – многолетние травы 2-го года пользования – яровая пшеница – ячмень.

Предшественником яровой пшеницы (2017 г., 3-е поле) был занятой пар (викоовсяная смесь) и пласт многолетних трав (2019 г., 1-е поле). Согласно схеме опыта под яровую пшеницу применяли следующие удобрения (табл. 1).

Навоз КРС и фосфорно-калийные удобрения вносили осенью после уборки занятого пара и после дискования заделаны вспашкой на глубину 20-22 см. Весной под предпосевную культивацию вносили азотные удобрения.

По окончании уборки трав 2-го года пользования разбрасывали РК удобрения и после дискования проводили вспашку на 25-27 см. Весной вносили азотные удобрения, которые заделывали в почву предпосевной культивацией.

Таблица 1 – Схема применения удобрений под яровую пшеницу Ладья

№ варианта	Внесение удобрений	№ варианта	Внесение удобрений
1	Контроль б/у	10	Фон + Н40 + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀
2	Фон - последствие извести, вносимой по 1 г.к. в 1991-1993 гг. в занятом пару	11	Фон + Н40 + N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀
3	Фон + P ₄₀ K ₄₀	12	Фон + Н60+ P ₄₀ K ₄₀
4	Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	13	Фон + Н60 + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀
5	Фон + N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	14	Фон + Н60+ N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀
6	Фон + навоз КРС 40 т/га (Н40)	15	Фон + Н80 + P ₄₀ K ₄₀
7	Фон + навоз 60 т/га (Н60)	16	Фон + Н80 + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀
8	Фон + навоз 80 т/га (Н80)	17	Фон + Н80+ N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀
9	Фон + Н40 + P ₄₀ K ₄₀		

В качестве удобрений использовали простой суперфосфат, хлористый калий и аммиачную селитру.

Для борьбы сорняками в фазе кущения яровой пшеницы проводили опрыскивание посевов Грандстар супер с нормами 20 г/га + Дикамбо 150 мл/га + Аксиал 1л/га. Использовали полевой опрыскиватель ОП-2000.

Урожайность культур учитывали парцеллярным методом. С каждой деланки отбирали по 4 парцеллы площадью 1 м² каждая.

Вегетационный период 2017 года характеризовался до середины вегетации достаточно высоким увлажнением. Недостаток влаги наблюдали в период созревания культуры. Весна и начало лета 2019 года были жаркими с длительными периодами отсутствия осадков, что не способствовало получению дружных всходов и одновременному кущению яровой пшеницы. 2-я половина лета была дождливой и холодной, что затягивало созревание этой культуры. Потенциал продуктивности ее не был полностью использован.

В табл. 2 и 3 представлены данные по влиянию удобрений на урожай и качество зерна изучаемого сорта. В благоприятном по погодным условиям 2017 году (ГТК = 1,79) урожайность яровой пшеницы достигала 73,0 ц/га.

Таблица 2 – Влияние удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы Ладья, идущей после занятого пара (2017 г.) и пласта трав 2-го года пользования (2019 г.)

Вариант опыта	2017 год				2019 год			
	Зерно, ц/га	Белок, %	Клейковина, %	ИДК, ед.	Зерно, ц/га	Белок, %	Клейковина, %	ИДК, ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Контроль	47,0	10,5	21,2	67	35,4	13,5	28,3	68
2. Последствие известкования (фон – Ф)	48,9	10,9	20,9	71	36,3	13,3	27,9	71
3. Ф + P ₄₀ K ₄₀	49,8	10,9	23,6	71	36,8	12,9	26,8	72
4. Ф + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	65,0	11,9	29,7	72	40,0	13,6	31,1	73
5. Ф + N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	68,5	12,5	35,6	79	43,1	13,7	34,6	73
6. Навоз 40 т/га (Н40)	54,3	10,9	22,8	67	37,6	13,3	28,2	68
7. Н60	54,2	11,7	26,2	72	38,1	13,6	29,0	65

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8. Н80	54,3	11,2	25,0	72	40,4	13,3	27,1	77
9. Н40 + Р ₄₀ К ₄₀	54,0	10,8	22,1	68	42,3	12,5	27,2	71
10. Н40 + N ₄₀ Р ₄₀ К ₄₀	63,0	11,7	27,8	70	42,5	14,2	29,8	69
11. Н40 + N ₈₀ Р ₈₀ К ₈₀	71,1	12,5	34,3	75	42,7	14,3	30,8	72
12. Н60 + Р ₄₀ К ₄₀	53,8	11,2	23,4	70	41,9	13,1	28,7	64
13. Н60 + N ₄₀ Р ₄₀ К ₄₀	65,4	12,0	31,9	75	42,6	14,1	32,4	62
14. Н60 + N ₈₀ Р ₈₀ К ₈₀	68,6	12,6	35,8	78	44,8	14,1	30,2	76
15. Н80 + Р ₄₀ К ₄₀	60,5	11,6	29,0	69	39,4	13,4	28,9	67
16. Н80 + N ₄₀ Р ₄₀ К ₄₀	67,3	12,3	34,3	76	43,6	13,9	28,7	81
17. Н80 + N ₈₀ Р ₈₀ К ₈₀	73,0	12,7	33,7	78	44,8	14,3	34,2	77
НСР ₀₅	3,8	0,4	3,4	4	3,0	0,5	3,0	4

Коэффициент водопотребления в вариантах 13 и 14 составил соответственно 5,3 и 5,2 мм/ц зерна, в вариантах 2 и 7 – 6,8 и 6,2. В контрастном по увлажнению и температуре 2019 году (ГТК = 1,35) расход влаги на создание 1 ц зерна при применении доз НРК в сочетании с последствием навоза (60 т/га) увеличился до 6,6-6,7 мм. По фону известкования он составил 8,1, при его сочетании с последствием 60 т/га навоза – 7,6 мм. Погодные условия обеспечили и различия факторов, влияющих на продуктивность этой культуры. В 2017 году урожайность ее определялась действием навоза и азотных удобрений, в 2019 – наряду с действием азотных удобрений и последствием навоза еще и положительным влиянием фосфорно-калийных удобрений (табл. 3).

Таблица 3 – Математические зависимости по влиянию удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы Ладья и его качество

Параметр	Уравнение взаимосвязи, n = 16	R ²	Доверительный интервал
Яровая пшеница после занятого пара, 2017 год			
Урожайность, ц/га	$Y = 51,4 + 0,064x_1 + 0,214x_2$	0,915	5,0
	$Y = 51,4 + 0,365x_2 + 0,0008x_1^2 - 0,002x_2x_3$	0,948	4,1
Сырой белок, %	$Y = 10,9 + 0,0055x_1 + 0,0181x_2$	0,905	0,45
	$Y = 10,9 + 0,0181x_2 + 0,0001x_1^2$	0,919	0,41
Сырая клейковина, %	$Y = 22,6 + 0,040x_1 + 0,137x_2$	0,862	4,2
	$Y = 21,8 + 0,137x_2 + 0,0009x_1^2 - 0,0009x_1x_2$	0,911	3,5
ИДК, ед.	$Y = 69,9 + 0,093x_2$	0,728	4
	$Y = 70,7 - 0,109x_1 + 0,0016x_1^2 + 0,0012x_2^2$	0,808	3,6
Яровая пшеница после пласта трав 2-го года пользования, 2019 год			
Урожайность, ц/га	$Y = 36,8 + 0,039x_1 + 0,032x_2 + 0,040x_3$	0,809	2,7
	$Y = 36,4 + 0,039x_1 + 0,072x_3$	0,766	2,9
Сырой белок, %	$Y = 13,2 + 0,0047x_1 + 0,0208x_2 - 0,012x_3$	0,820	0,50
	$Y = 13,4 + 0,0208x_2 - 0,0164x_3 + 0,0001x_1x_3$	0,829	0,49
Сырая клейковина, %	$Y = 28,0 + 0,057x_2$	0,663	2,9
ИДК, ед.	$Y = 72,6 - 0,30x_1 + 0,0036x_1^2 + 0,0013x_1x_2$	0,466	8,5

Примечания: ИДК – индекс деформации клейковины, ед.; $0 < x_1 < 80$ – доза внесения навоза КРС в занятом пару, т/га; $0 < x_2 < 80$ – доза внесения азота аммиачной селитры, кг/га; $0 < x_3 < 80$ – доза внесения фосфорно-калийных удобрений в расчете на Р₂О₅, кг/га.

Содержания сырого белка и сырой клейковины у яровой пшеницы по занятому пару в большей мере возрастали от применения азота аммиачной селитры, чем навоза. То же по содержанию сырого белка наблюдали и у пшеницы, идущей по пласту трав. Однако величину этого параметра за счет ростового разбавления снижали фосфорно-калийные удобрения. В 2019 году по сравнению с фоном известкования содержание сырой клейковины увеличивалось лишь в вариантах применения полного минерального удобрения и сочетания его с последствием навоза.

Возделывание яровой пшеницы по пласту многолетних трав, чем по занятому пару, в вариантах без применения азотных удобрений более значительно повышало в зерне содержание сырого белка и сырой клейковины. По-видимому, это обусловлено положительным влиянием на эти показатели бобово-злакового предшественника.

В оба года по величине ИДК качество клейковины было преимущественно хорошим (1 группа, 45-75 ед.). Как по действию, так и последствию навоза при прочих равных условиях лучшее качество клейковины было при 40 т/га навоза.

Библиографический список

1. Гриб С.И., Буштевич В.Н., Булавина Т.М., Кучинская Л.В. Технология возделывания яровой пшеницы. Минск: НПЦ НАН Беларуси по земледелию. 2007. – 128 с.
2. Давыдова Н.В., Беркутова Н.С., Давыдова Е.И. Особенности формирования качественных показателей у сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального региона России // Владимирский земледелец. – 2006. – № 1-2. – С. 27-29.
3. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А., Игнатьева Г.В. Эффективность применения удобрений при возделывании нового сорта яровой пшеницы Ладья // Современные тенденции в научном обеспечении АПК Верхневолжского региона. Коллективная монография ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». – Т. 1. – 2018. – С. 210-225.

УДК 631.41:631.435:631.452+631.854.2

ВЛИЯНИЕ КУРИНОГО ПОМЕТА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

¹Окорков В.В., ²Щукин Н.Н.

¹ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Суздаль

²ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка»

E-mail: ¹okorkovvv@yandex.ru; ²n9159803437@yandex.ru

Резюме. На легко- (слой 0-20 см) и среднесуглинистой (глубже 20 см) дерново-подзолистой почве Ярославской области внесенный в мае свежий куриный помет (в высокой дозе 120 т/га) к началу осени в слое 0-40 см снижал кислотность почвы, повышал содержание подвижного фосфора и обменного калия в 2-2,4 раза, нитратного и аммонийного азота в 3-5 раз. Эти формы азота передвигались глубже 40 см. Степень перехода аммонийного азота почвы в жидкую фазу по сравнению с контролем возросла с 0,9-3,9 до 4,1-22,5%. Содержание нитратов в почве превысило уровень ПДК. Для этих почв необходима разработка экологически безопасных доз куриного помета.

Ключевые слова: дерново-слабоподзолистая почва на карбонатных покровных суглинках, свежий куриный помет, гумус, агрохимические и физико-химические параметры.

Summary. On light- (layer 0-20 cm) and medium - loamy (deeper than 20 cm) sod-podzolic soil

of the Yaroslavl region, fresh chicken droppings introduced in may (in a high dose of 120 t/ha) by the beginning of autumn in a layer of 0-40 cm reduced the soil acidity, increased the content of mobile phosphorus and exchange potassium by 2-2.4 times, nitrate and ammonium nitrogen by 3-5 times. These forms of nitrogen moved deeper than 40 cm. The degree of transition of ammonium nitrogen of the soil to the liquid (in a high dose of 120 t/ha) phase in comparison with the control increased from 0.9-3.9 to 4.1-22.5%. The nitrate content in the soil exceeded the maximum permitted concentration. For these soils, it is necessary to develop environmentally safe doses of chicken droppings.

Keywords: *sod-weakly podzolic soil on carbonate cover loams, fresh chicken droppings, humus, agrochemical and physical-chemical parameters.*

В настоящее время из-за резкого уменьшения выхода навоза крупного рогатого скота особое внимание в качестве источника органических удобрений (ОУ) отводится птичьему помету. Применение отходов производства в качестве ОУ открывает широкие перспективы в решении не только проблем земледелия, но и экологии. Известно, что перевод птицеводства на промышленную основу и интенсификация производства продукции на птицефабриках внесли значительные изменения в технологии содержания птицы. Это привело как к увеличению объемов выхода помета и его концентрации на ограниченной площади вблизи птицефабрик, так и к улучшению его санитарно-гигиенического состояния и получению помета, который соответствует «Ветеринарно-санитарным правилам подготовки и использованию в качестве органических удобрений навоза, помета и стоков при инфекционных и инвазионных болезнях животных и птицы». Этим требованиям отвечал и помет, получаемый в ООО «Птицефабрика Пошехонская» Ярославской области.

В работах [1-3] проведены исследования по эффективности разной степени перепревшего помета птицы на серых лесных почвах Верхневолжья. В этом случае выявлена более высокая окупаемость прибавкой урожая единицы д.в. в минеральных и органоминеральных системах удобрения по сравнению с органической. Из-за более медленной трансформации азота одних ОУ в ранние периоды вегетации культур в почве не создавалось высоких запасов нитратного азота, как в 1-м случае. При применении свежего птичьего помета на почвах Верхневолжья эти вопросы не изучались.

Целью исследований было изучение влияния дозы свежего куриного помета 120 т/га на динамику физико-химических и агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы.

Исследования выполнялись на дерново-слабоподзолистой почве Пошехонского района Ярославской области. Содержание гумуса и физико-химическая характеристика ее по профилю приведены в табл. 1.

Верхний гумусовый горизонт почвы представлен крупно-пылеватым легким суглинком (содержание ила 6,9%), в А₂В горизонте (28-43 см) содержание физической глины увеличилось до 33,6%, ила – до 19,9%. В нем наблюдали как процессы разрушения минеральной части почвы, так и вымывания илистых частиц.

В иллювиальном горизонте (43-109 см) содержание физической глины повышалось до 35,4-36,2%, а ила – 20,4-23,0%. Глубже находились переход-

ный горизонт (BC, 109-142 см) и почвообразующая карбонатная порода среднесуглинистого крупно-пылеватого (44,7-45,8%) состава.

Таблица 1 – Содержание гумуса и физико-химическая характеристика дерново-подзолистой почвы, занятой древесно-луговой растительностью

Слой поч- вы, см	Гумус, %	рН _{KCl}	S	H _Г	Н _{ОБМ}	Т, %	Al _{ОБМ} , мг/100	Частицы менее 0,01 мм, %
			мг-экв/100 г почвы				г почвы	
0-28	1,05	4,28	9,0	4,34	0,54	67,2	4,59	22,4
28-43	0,54	4,10	15,4	3,32	0,52	82,4	3,76	33,6
43-62	0,07	4,70	21,6	2,27	0,09	90,4	0,09	36,2
62-86	0,08	4,85	21,6	1,75	0,08	92,3	0,09	36,0
86-109	0,08	6,16	23,6	1,22	0,05	95,2	Нет	35,4
109-142	0,01	6,63	25,2	0,70	0,06	97,3	>>	33,6
142-168	0,05	7,17	He	0,35	0,06	He	>>	31,6
168-190	0,19	7,20	опр.	0,52	0,06	опр.	>>	34,7

Примечание – S – сумма поглощенных оснований, H_Г – гидролитическая кислотность, Н_{ОБМ} – обменная кислотность, Т – степень насыщенности основаниями.

Основные процессы, которые протекали в процессе почвообразования, – выщелачивание оснований, сопровождающееся подкислением, и перемещение илстой фракции. Перемещение ила осуществлялось при стабилизации минеральных частиц почвы кислым органическим веществом [4].

Верхние слои почвы характеризовались сильнокислой реакцией среды (pH_{KCl} 4,28-4,10). Обменная кислотность в гумусовом горизонте составила 0,54 мг-экв/100 г почвы и представлена преимущественно подвижным алюминием (4,6 мг/100 г почвы), угнетающее растения действие которого может наблюдаться уже при содержании 3-5 мг/100 г почвы [5]. В В-горизонте (36-86 см) почва характеризовалась уже среднекислой реакцией среды и низким содержанием подвижного алюминия. В переходном BC и C горизонтах величина pH_{KCl} возросла соответственно до 6,63 и 7,17-7,20. Самыми неблагоприятными по кислотности для растений были верхние слои до глубины около 40 см.

Вторая и 3-я декады апреля характеризовались недостаточным количеством выпадающих осадков и более высокими температурами воздуха по сравнению со среднемноголетними данными. То же было характерно и для 1-й и 2-й декад мая и 1-й декады июня. В 3-й декаде июня и 1-й и 2-й декадах июля наблюдали избыток выпадающих осадков и более низкие температуры воздуха. В августе выпадало близкое к многолетним данным количество осадков с максимумом в середине месяца. Поэтому динамику агрохимических и физико-химических свойств почвы наблюдали как на поле без внесения куриного помета, так и с внесением его в начале мая в дозе 120 т/га, 1 т которого содержала 21 кг азота, 26 кг P₂O₅ и 8,4 кг K₂O.

Содержание нитратного азота определяли потенциометрическим методом, аммонийного азота в почве – методом индофеноловой зелени, подвижного фосфора – по Кирсанову, обменного калия – по Масловой, N-NH₄ (водн.) – с помощью ионоселективного электрода на NH₄⁺ при соотношении почва:вода 1:1.

Видно (табл. 2), что на поле без внесения куриного помета (КП) в слое 0-30 см преобладала слабокислая реакция среды, в слое 30-40 см – среднекислая,

обеспеченность фосфором и калием – повышенная. Последнее обусловлено среднесуглинистым гранулометрическим составом. Исходные запасы нитратного азота в слое 0-20 см (62,7 кг/га) могли обеспечить урожайность зерновых около 2 т/га. В сентябре произошло их снижение в этом слое в 5,6 раз, а в слое 0-40 см – в 3,7. Запасы N-NH₄ в слое 0-40 см в сентябре по сравнению с июнем возросли в 1,5 раз. Однако их роль в питании растений была невысокой, так как в жидкую фазу переходило от 0,9 до 3,9% их запасов.

Таблица 2 – Динамика физико-химических и агрохимических свойств почвы без внесения куриного помета

Глубина слоя, см	рН _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NH ₄ (водн.)	w, %	Запасы N-NH ₄ , кг/га	Запасы в жид- кой фазе, кг/га	
		мг/100 г почвы							N-NO ₃	N-NH ₄
1-й срок, 1-я декада июня										
0-20	4,96	14,1	13,7	2,09	0,96	0,0377	3,9	28,8	62,7	1,1
20-30	4,99	13,0	12,0	1,35	0,73	0,0202	2,8	11,0	20,2	0,3
30-40	4,53	12,5	9,8	0,74	0,49	0,0114	2,3	7,4	11,1	0,2
Σ								48,2	94,0	1,6
2-й срок, 1-я декада августа										
0-20	5,10	12,7	8,24	1,32	0,96	0,0150	1,6	28,2	39,5	0,5
20-30	5,18	12,0	14,2	1,10	1,14	0,0075	1,4	17,1	16,5	0,2
30-40	4,65	11,6	8,9	0,66	0,84	0,0045	0,9	12,4	9,9	0,1
Σ								58,4	65,9	0,8
3-й срок, 1-я декада сентября										
0-20	5,02	11,1	13,9	0,37	1,31	0,0279	2,1	39,3	11,1	0,8
20-30	5,00	14,1	10,6	0,48	1,46	0,0222	1,5	21,0	7,2	0,3
30-40	5,04	14,3	12,7	0,39	1,06	0,0176	1,6	10,9	7,0	0,3
Σ								71,2	25,3	1,4

Примечание. w – степень перехода аммонийного азота в жидкую фазу.

При применении куриного помета (КП) наблюдали (табл. 3) снижение кислотности (повышение рН_{KCl}). В сентябре уже в слое 30-40 см величина рН_{KCl} была близка к 7,0. В этот срок резко возросло содержание подвижного фосфора (до 15-31 мг/100 г почвы) и обменного калия (в слоях 20-30 и 30-40 см до 33-45 мг/100 г). По сравнению с контролем (табл. 2) в июне и августе наблюдали резкое возрастание содержания и запасов нитратного азота (в слоях 0-20 и 20-30 см в 3-4 раза). Интенсивные осадки августа и сентября привели к перемещению нитратного азота глубже 40 см с максимумом содержания N-NO₃ в слое 30-40 см. В июне он наблюдался в слое 0-20 см, в августе – 20-30 см. В верхних слоях почвы содержание N-NO₃ превышало величину ПДК (13 мг нитратов/100 г или около 3 мг N-NO₃/100 г почвы). Нужны дальнейшие исследования по разработке экологически безопасных доз внесения КП.

В текущем году при использовании КП резко возросли содержание и запасы N-NH₄ в почве. Так, в июне и августе запасы N-NH₄ в слое 0-40 см по сравнению с полем без применения КП возросли в 4 раза, а в сентябре – в 5 раз. Резко увеличилась степень перехода аммонийного азота в жидкую фазу (с 0,09-3,9 до 2,3-22,5%). Высокая степень перехода N-NH₄ почвы в жидкую

Таблица 3 – Динамика физико-химических и агрохимических свойств почвы при внесении куриного помета

Глубина слоя, см	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NH ₄ (водн.)	w, %	Запасы N-NH ₄ , кг/га	Запасы в жидкой фазе, кг/га	
		мг/100 г почвы				N-NO ₃			N-NH ₄	
1-й срок, 1-я декада июня										
0-20	5,41	13,8	21,0	5,75	3,94	0,344	8,7	118,2	172,5	10,3
20-30	4,95	10,1	20,1	4,36	4,69	0,394	8,4	70,4	65,4	5,9
30-40	4,24	7,4	14,1	0,85	0,65	0,0153	2,3	9,8	12,7	0,2
Σ								198,3	250,6	16,4
2-й срок, 1-я декада августа										
0-20	5,05	11,6	19,1	3,80	1,26	0,111	8,8	37,8	114	3,3
20-30	6,37	14,7	36,5	6,92	7,79	1,34	17,2	116,8	104	20,1
30-40	4,60	10,4	10,8	3,89	4,51	0,227	5,0	67,6	58,3	3,4
Σ								222,3	276,3	26,8
3-й срок, 1-я декада сентября										
0-20	5,38	15,0	15,7	0,64	1,71	0,0702	4,1	51,3	19,2	2,1
20-30	6,68	27,7	33,0	3,72	6,38	0,787	12,3	95,7	55,8	11,8
30-40	7,09	31,0	45,4	5,75	13,6	3,06	22,5	204	86,2	45,9
Σ								351	161,2	59,8

Рисунок – Взаимосвязь степени перехода аммонийного азота почвы в жидкую фазу с его содержанием, Ярославская область

фазу (22,5%) в слое 30-40 см свидетельствовала и о значительном перемещении N-NH₄ глубже 40 см. Резко возросла по сравнению с контролем роль N-NH₄ в питании растений, так как его количество в жидкой фазе в слое 0-40 см возросло с 0,8-1,6 (табл. 2) до 16,4-59,8 кг/га (табл. 3).

Наши исследования показали, что между степенью перехода аммонийного азота почвы в жидкую фазу и его содержанием в почве наблюдалась тесная линейная связь (рис.).

Можно полагать, при степени перехода N-NH₄ в жидкую фазу менее 5% его участие в питании растений слабое, при степени перехода 10% > w > 5% – среднее, а при w > 10% - высокое. На изучаемых почвах это достигается при со-

держании $N-NH_4$ в почве, соответственно, менее 2,5, более 2,5 но менее 5,5, более 5,5 мг/100 г почвы. С ростом этих параметров увеличивается и интенсивность передвижения $N-NH_4$ по профилю.

Библиографический список

1. Окорков В.В., Окоркова Л.А., Фенова О.А., Семин И.В. Использование местных органических удобрений на серых лесных почвах Владимирского ополья // Агрохимия. 2013. – № 4. – С. 34-47.
2. Окорков В.В., Семин И.В. Эффективность систем удобрения в звене севооборота на серой лесной почве Владимирского ополья // Агрохимический вестник. 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 18-21.
3. Окорков В.В. Усовершенствованные приемы управления продуктивностью культур в севообороте и плодородием на серых лесных почвах Верхневолжья / ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». Суздаль. – 2018. – 148 с.
4. Окорков В.В. Физико-химическая природа устойчивости почвенной структуры серых лесных почв Владимирского ополья // Почвоведение. – 2003. – № 11. – С. 1346-1353.
5. Авдонин Н.С. Научные основы применения удобрений. М.: Колос. 1972. – 196 с.

УДК 631.445.41: 631.417.2 (470.620)

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Осипов А.В.¹, Попова Ю.С.¹, Суминский И.И.¹

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина», г. Краснодар
E-mail: kubsoil@mail.ru

Резюме. Многолетние исследования показали, что при интенсификации агротехнологий, улучшаются агрофизические свойства почвы особенно при внесении высоких доз органических удобрений, максимальное содержание общего гумуса в верхнем слое чернозема выщелоченного наблюдается при интенсивной технологии выращивания подсолнечника и составило 3,49 %.

Ключевые слова: Западное Предкавказье, чернозем выщелоченный, агрофизические свойства, плодородие почвы.

Summary. Long-term research has shown that with the intensification of agro-technologies, the agrophysical properties of the soil improve, especially when applying high doses of organic fertilizers, the maximum content of total humus in the upper layer of leached Chernozem is observed with intensive sunflower cultivation technology and amounted to 3.49 %.

Key words: Western Caucasus, leached Chernozem, agrophysical properties, soil fertility.

В южной части Западного Предкавказья Краснодарского края сформировались, в основном, черноземы выщелоченные. Длительное интенсивное сельскохозяйственное использование черноземов привело к дисбалансу между его потенциальным и эффективным плодородием. Потеря гумуса в черноземах региона за последние 30-40 лет составила более 30 % от его исходного содержания, что значительно ухудшило их свойства [1,2,3,4,5,6,7]. В настоящее время актуальны исследования по изучению изменения состава и свойств черноземов, а также их гумусного состояния.

Многолетние исследования проводились в системе агроэкологического

мониторинга в типичном равнинном агроландшафте южной части Западного Предкавказья на черноземе выщелоченном при возделывании полевых культур различными технологиями в течение многих лет.

В длительном многофакторном полевом опыте изучались следующие факторы: уровень плодородия, система применения удобрений, система защиты растений, система основной обработки почвы. Исследования проводились на фоне четвертого фактора – системы основной обработки почвы: D₁ – безотвальная, D₂ – зональная (рекомендуемая) и D₃ – отвальная с глубоким рыхлением почвы до 70 см дважды в ротацию (за 11 лет). Схема опыта была представлена частью выборки из полной схемы длительного многофакторного полевого опыта (4 × 4 × 4) × 3 и включала 12 вариантов из 48 с условным названием агротехнологий: 000 (экстенсивная технология), 333 (интенсивная) – на трех изучаемых системах основной обработки почвы (D₁, D₂, D₃).

Влияние механической обработки на агрофизические и химические свойства черноземов наиболее детально изучено при сравнении показателей пахотных угодий в зависимости от продолжительности обработки с участками иного сельскохозяйственного использования, но идентичным почвенным покровом [3,6,7,8].

Мониторинговые исследования, проведенные сотрудниками КубГАУ в длительных стационарах [1], позволяют заключить, что на степень уплотнения активного корнеобитаемого слоя черноземов выщелоченных оказывает определенное влияние систем обработки почвы в севообороте, а так же нашими исследованиями установлено, что при интенсификации агротехнологий, улучшаются агрофизические свойства почвы (табл. 1).

Таблица 1 – Агрофизические свойства чернозема выщелоченного при возделывании озимой пшеницы (2019 г.)

Индекс технологии	Глубина отбора образца, см	Плотность сложения, г/см ³	Плотность твердой фазы, г/см ³	Пористость общая, %	Полевая влажность, %
Экстенсивная (0001)	0-20	1,31	2,67	50,9	16,64
	20-40	1,39	2,68	48,1	14,71
	40-60	1,43	2,67	46,4	14,55
(0002)	0-20	1,30	2,69	51,7	17,13
	20-40	1,38	2,69	48,7	16,40
	40-60	1,43	2,70	47,0	15,14
(0003)	0-20	1,28	2,68	52,3	13,69
	20-40	1,36	2,70	49,7	14,37
	40-60	1,39	2,70	48,6	15,06
Интенсивная (3331)	0-20	1,24	2,61	52,5	16,64
	20-40	1,29	2,63	51,0	14,71
	40-60	1,32	2,63	49,8	14,55
(3332)	0-20	1,20	2,62	54,2	17,13
	20-40	1,26	2,63	52,1	16,40
	40-60	1,31	2,63	50,2	15,14
(3333)	0-20	1,17	2,60	55,0	13,69
	20-40	1,27	2,64	51,9	14,37
	40-60	1,33	2,64	49,7	15,06

Под озимую пшеницу проводились различные системы обработки почвы и системы удобрений. На вариантах с отвальной обработкой по предшественникам наблюдалась наиболее рыхлая сложение почвы, это связано с влиянием более глубокого рыхления. При рекомендуемой и безотвальной обработках почва более уплотнена. В 60 см слое чернозема выщелоченного при использовании экстенсивной технологии возделывания озимой пшеницы плотность составила 1,28-1,46 г/см³, интенсивной (333) – 1,17-1,41 г/см³, пористость общая, соответственно, 46,1-52,3 % и 48,1-55,0 %. Повышенная доза удобрений существенно повлияла на плотность сложения почвы в 20 см слое по сравнению с вариантом без применения удобрений (1,17 г/см³ и 1,28 г/см³), такая зависимость наблюдается и в подпахотном горизонте (1,27 г/см³ и 1,36 г/см³). Полученные результаты согласуются с литературными данными о влиянии внесения высоких доз органических удобрений и глубокого рыхления почвы на ее агрофизические свойства [3,6,7,8,9].

Установлено, что содержание общего гумуса в верхнем слое чернозема выщелоченного под подсолнечником составляло 3,26-3,49 % (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние различных агротехнологий на изменение содержания и баланса гумуса в черноземе выщелоченном (2016–2019 гг.)

Индекс технологии	Содержание гумуса, % (числитель) и баланс гумуса, т/га (знаменатель) в слое 0–20 см			Содержание гумуса в среднем за 3 года.
	2017	2018	2019	
	подсолнечник	озимая пшеница	кукуруза	
0001	$\frac{3,26}{-0,31}$	$\frac{2,89}{-0,01}$	$\frac{3,04}{+0,23}$	3,06
0002	$\frac{3,26}{-0,33}$	$\frac{2,84}{-0,02}$	$\frac{2,72}{+0,25}$	2,94
0003	$\frac{3,21}{-0,32}$	$\frac{2,78}{-0,02}$	$\frac{2,52}{+0,26}$	2,84
3331	$\frac{3,49}{-0,62}$	$\frac{3,40}{+0,02}$	$\frac{2,90}{+0,45}$	3,26
3332	$\frac{3,45}{-0,66}$	$\frac{3,32}{+0,02}$	$\frac{2,61}{+0,45}$	3,12
3333	$\frac{3,47}{-0,65}$	$\frac{3,11}{+0,01}$	$\frac{3,02}{+0,47}$	3,20
НСР ₀₅	0,04	0,08	0,10	–

Минимальные значения этих показателей отмечены с использованием технологии 0003 (экстенсивная с отвальной глубокой обработкой почвы), а максимальные 3331 (интенсивная с безотвальной обработкой почвы). При этом интенсификация технологии возделывания на фоне безотвальной и зональной систем обработки почвы (3331, 3332) способствовала повышению содержания гумуса, что объясняется поступлением в почву большого количества органических остатков и слабой минерализацией гумуса в сравнении с глубоким отвальным рыхлением. Озимые культуры оставляют после себя меньшее количество пожнивных и корневых остатков, поэтому содержание гумуса под

кукурузой меньше, чем под подсолнечником.

Все изменения, происходящие в почве при ее сельскохозяйственном использовании, связаны с состоянием гумуса, что обусловлено различной степенью разложения органических веществ, характером их изменений, а также связями гумусовых соединений между собой и с минеральной частью почвы [4,6]. В этом плане достаточно наглядным является баланс гумуса, также представленный в таблице 2. Баланс гумуса рассчитывался как разность между статьями его прихода за счет пожнивных и корневых остатков, внесения органических удобрений, а также расхода за счет минерализации.

Положительный баланс гумуса в верхнем слое чернозема выщелоченного отмечен под кукурузой независимо от технологии возделывания. Под озимой пшеницей бездефицитный баланс гумуса в исследуемой почве наблюдается только при использовании интенсивных технологий. Отрицательный баланс гумуса в черноземе выщелоченном установлен независимо от системы обработки почвы при возделывании разными технологиями пропашных технических культур, в частности, подсолнечника. Поэтому при возделывании таких культур необходимо использовать органические удобрения исходя из расчетных данных по балансу гумуса чернозема выщелоченного.

Следовательно, длительное использование в полевом севообороте различных технологий возделывании полевых культур по-разному влияет на агрофизические и агрохимические показатели чернозема выщелоченного Западного Предкавказья. Внесение высоких доз органических удобрений способствовало улучшению его агрофизических и агрохимических свойств, в сравнении с экстенсивной технологией. Независимо от агротехнологий, гранулометрический состав чернозема выщелоченного не изменяется и относится к легкой иловато-пылевой глине. Интенсификация технологий в севообороте с использованием безотвальной системы обработки почвы способствовала повышению содержания общего гумуса в черноземе выщелоченном. Максимальное положительное влияние на указанный показатель оказал фактор уровня плодородия (А) почвы. Ограничивающими фактором в увеличении содержания и запасов гумуса в черноземе являлись интенсификация системы основной обработки почвы (фактор D) и системы защиты растений (фактор C).

Библиографический список

1. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края // Тр. Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2008. – Вып. 431 (459). – 352с.
2. Безуглова, О. С. Гумусное состояние почв юга России / О.С. Безуглова. – Ростов-на-Дону, 2001. – 228 с.
3. Власенко, В. П. Деградационные изменения физического состояния почв Азово-кубанской равнины // В.П. Власенко, А.В. Осипов, Е.Д. Федащук // Тр. Кубанского ГАУ, 2017. – № 69. – С. 118-123.
4. Жуков, В. Д. К вопросу зонирования территории Краснодарского края по основным агроэкологическим факторам, влияющим на кадастровую оценку земель сельскохозяйственного назначения / В.Д. Жуков, З.Р. Шеуджен // В книге: Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны. Тезисы докладов 7 Съезда почвоведов им. В.В. Докучаева. Ответственные редакторы: С.А. Шоба, И.Ю. Савин. – 2016. – С. 249-251.
5. Подколзин, О. А. Мониторинг плодородия почв земель Краснодарского края // О.А.

Подколзин, И.В. Соколова, А.В. Осипов, В.Н. Слюсарев // Тр. Кубанского ГАУ, 2017. – № 68. – С. 117-124.

6. Слюсарев, В. Н. Современное состояние почв Северо-Западного Кавказа // В.Н. Слюсарев, Л.М. Онищенко, А.В. Осипов // Тр. Кубанского ГАУ, 2013. – № 42. – С. 99-103.

7. Терпелец, В. И. Изменение свойств и гумусного состояния чернозема выщелоченного в агроценозах Азово-Кубанской низменности / В.И. Терпелец, В. Н. Слюсарев, А. В. Бузоверов, А.В. Осипов, Т.В Швец., Ю.С. Плитинь // Тр. Куб ГАУ. – 2015. – Вып. № 2 (53). – С. 157-162.

8. Фаизова, В. И. Изменение физико-химических показателей ченоземов Центрального Предкавказья при сельскохозяйственном использовании / В.И. Фаизова, В.С. Цховребов, А.М. Никифорова, Д.В. Калугин // Агрохимический вестник. – 2017. – Т. 4. – № 4. – С. 17-19.

9. Цховребов, В.С. Влияние внесения горных пород на содержание макроэлементов в черноземе выщелоченном и урожайность подсолнечника / В.С. Цховребов, Д.В. Калугин // Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения. Материалы международной научно-практической конференции – 2017. – С. 290-293.

УДК 633.18: 631.164: 577.154.31

АМИЛОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРТОВ РИСА СЕЛЕКЦИИ 1930-2015 ГГ.

Папулова Э.Ю.¹, Ольховая К.К.¹, Ольховая Ю.В.²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар

E-mail: elya888.85@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар

E-mail: julija-kumeiko@mail.ru

Резюме. Оценка по амилографическим характеристикам сортов риса селекции 1930-1980 гг. позволила проследить тенденции селекционного процесса: у старых сортов риса не выявлены показатели вязкости, свидетельствующие о повышенном содержании амилозы, у современного сорта Ласточка такие показатели обнаружены.

Ключевые слова: рис, качество зерна, физико-химические признаки, амилографические характеристики, крахмальная дисперсия зерна, вязкость крахмальной дисперсии.

Summary. Assessment by amylographic characteristics of rice varieties bred in 1930-1980 allowed us to trace the trends of the breeding process: in the old rice varieties viscosity indicators were not revealed, indicating high amylose content, in the modern variety Lastochka such indicators were found.

Key words: rice, grain quality, physico-chemical traits, amylographic characteristics, grain starch dispersion, viscosity of starch dispersion.

Селекционная работа по рису в Краснодарском крае была начата в 30-х годах прошлого столетия. Методом аналитической селекции было создано несколько высокоурожайных сортов. С 1937 г. аналитический метод селекции стал дополняться синтетическим, что привело к созданию скороспелых районированных сортов, не уступающих прежним по продуктивности. Значительным достижением в этот период стал сорт Дубовский 129 (районирован в 1952

году), который при вегетационном периоде 100-110 дней формировал урожай наравне со среднеспелыми сортами, имея при этом крупу хорошего качества. В дальнейшем основным методом селекции стала гибридизация. Появился среднепозднеспелый, высокопродуктивный сорт Краснодарский 424 (районирован в 1956 году), который отличался хорошей пластичностью к неблагоприятным факторам среды. С 1966 года в гибридизацию стали вовлекаться образцы экологически отдаленные из Португалии, Японии, Италии, Марокко и др. Следующий этап в селекционной работе пришелся на конец 1970-х – начало 1980 гг. Он характеризовался созданием холодостойких и солеустойчивых сортов. В 1993-1994 гг. в Госреестр внесены среднеспелые сорта. В 1996 году – солеустойчивый сорт Курчанка, среднеспелый Рапан, который занимал до недавнего времени половину земель под рис в Краснодарском крае [1, 2]. В настоящее время разрабатывают направления селекции, в задачи которых входит создание сортов с различной формой и крупностью зерновки, определенным содержанием в ней белка и амилозы – для детского и диетического питания, пивоварения; с высоким содержанием антиоксидантов и микроэлементов (цветные сорта риса) – для пропаривания, кулинарии. Наряду с этим современные сорта риса должны иметь высокие технологические признаки качества [3].

Определение амилографических характеристик крахмальной дисперсии зерна риса является перспективным при селекции сортов с высокими пищевыми и кулинарными достоинствами [4].

Целью настоящих исследований являлось изучение особенностей амилографических характеристик крахмальной дисперсии зерна сортов риса селекции 1930-2015 гг.

Материалом исследований служили сорта: Кендзо (1930), Дубовский 129 (1952), Спальчик (1980), Ласточка (2015), в качестве стандарта использовали Рапан (1996). Амилографические характеристики крахмальной дисперсии зерна сортов риса определяли с помощью микровискоамилографа Brabender.

Одними из основных физико-химических показателей качества зерна риса, позволяющих оценить крупу риса и рекомендовать ее для определенного вида блюд, являются амилографические характеристики крахмальной дисперсии зерна, которые регистрируются при нагреве (повышении температуры) и охлаждении дисперсии [5, 6]. Определяли параметры вязкости сортов селекции 1930-1980 гг. Кендзо, Дубовский 129 и Спальчик, а также современных сортов Рапан и Ласточка. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Амилографические характеристики крахмальной дисперсии зерна сортов риса

Сорта	Год	Время наступления максимальной вязкости, мин	Максимальная вязкость, Ед.Бр.	Вязкость в конце периода охлаждения, Ед.Бр.	Градиент вязкости, Ед.Бр.
Рапан, st	1996	10,33	429	741	331
Кендзо	1930	10,50	522	882	310
Дубовский 129	1952	9,50	624	918	247
Спальчик	1980	11,08	537	907	313
Ласточка	2015	11,83	405	698	262

Сорта селекции 1930-1980 гг. не имели значительных отличий по параметрам вязкости. Однако время наступления максимальной вязкости было различно и варьировало от 9,50 (Дубовский 129) до 11,08 мин (Спальчик). Максимальная вязкость не опускалась ниже показателя 500 Ед. Бр, что говорит о низком содержании амилозы. Показатель этого признака находился в пределах от 522 Ед. Бр. у сорта Кендзо до 624 Ед. Бр. у сорта Дубовский 129. Вязкость в конце периода охлаждения у этих сортов находилась в пределах от 882 (Кендзо) до 918 Ед. Бр. (Дубовский 129). Современный сорт Ласточка является среднеамилозным, что и отражается на параметрах вязкости. Время максимальной вязкости наступает значительно позже стандарта. Максимальная вязкость и вязкость в конце периода охлаждения ниже, чем у стандарта на 24 и 43 Ед. Бр. соответственно.

Амилографические характеристики крахмальной дисперсии зерна сортов селекции 1930-1980 гг. и современных сортов графическом виде представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Графики вязкости сортов риса селекции 1930-2015 гг.

Таким образом, оценка по амилографическим характеристикам сортов риса селекции 1930-1980 гг. позволила проследить тенденции селекционного процесса в этой области. У старых сортов риса не выявлены показатели амилографических характеристик, свидетельствующие о повышенном содержании амилозы, в то время как у современного сорта Ласточка такие показатели обнаружены. Ассортимент современных сортов риса включает как генотипы с традиционными для потребителя признаками качества, так и с повышенными пищевыми достоинствами.

Библиографический список

1. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е.М. Харитонов. – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. – 340 с.
2. Зеленский, Г.Л. Рис: Биологические основы селекции и агротехники / Г.Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 237 с.
3. Коротенко, Т.Л. Биологические особенности и качество зерна сортов риса отечественной и зарубежной селекции в экологических условиях Кубани / Т.Л. Коротенко, Н.Г. Туманьян, А.А. Петрухненко // Рисоводство. – 2016. – № 1-2(30-31). – С. 23-33.
4. Bao, J.S. Toward understanding the genetic and molecular bases of the eating and cooking qualities of rice / J.S. Bao// Cereal Foods World. – 2012. – № 57. – P. 148-156.
5. Туманьян, Н.Г. Новые сорта риса селекции ВНИИ риса. Признаки качества зерна /

Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, Н.В. Остапенко, К.К. Ольховая, Е.М. Харитонов // Рисоводство. – 2015. – № 1-2(26-27). – С. 16-23.

6. Jane, Y.Y. Wong Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch / Jane Y.Y., Chen L.F., Lee A., McPherson K.S. // Cereal Chem. 1999; 76 (1999): 629-637.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ и Министерства образования, науки и молодёжной политики Краснодарского края. Грант № 19-416-233013 p_мол_a

УДК 631.445:633.18

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВЕ СЕВООБОРОТА БЕЗ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА

Паращенко В.Н., Чижигов В.Н.

ФГБНУ «ФНЦ риса», г. Краснодар, пос. Белозёрный, 3

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Резюме. В производственном опыте на лугово-черноземной почве при возделывании риса сорта Рапан за ротацию рисового севооборота (2011-2018 гг.) без многолетних трав установлено снижение содержания гумуса на 0,34 % и урожайности риса на 0,36 т/га. Сравнение проведено с севооборотом насыщенным рисом 62,5 % и многолетними травами – 25 %.

Ключевые слова: почва, севооборот, рис, гумус, урожайность.

Summary. In a production experiment on meadow chernozem soil during the cultivation of variety Rapan for cycle of rice crop rotation (2011-2018) without perennial grasses, a decrease in humus content by 0.34% and rice yield by 0.36 t / ha was found. Comparison was made with crop rotation saturated with rice on 62.5% and perennial grasses - 25%.

Key words: soil, crop rotation, rice, humus, productivity.

Краснодарский край является наиболее крупным рисосеющим регионом страны. Здесь сосредоточено более 85% посевных площадей этой культуры. В свое время под рис осваивались бросовые, плавневые, засоленные земли, отличающиеся относительно низким плодородием.

Многократные обработки почвы в современных условиях приводят к усилению процессов минерализации органического вещества в результате чего в ней снижаются общие запасы гумуса.

Это во многом обусловлено нарушением структуры посевных площадей, существенным сокращением посевов многолетних трав, недостаточным использованием соломы в качестве органического и сидератов как зеленого удобрений, крайне малыми объемами применения навоза из-за уменьшения поголовья КРС.

Причиной этого может быть проявление одного из видов деградации – дегумификации. Особо важная роль в сохранении плодородия почвы принадлежит растительным остаткам многолетних трав, которые являются основой для образования гумусовых веществ, а также источником азотного и фосфорного питания риса. Известно, что люцерна в рисовом севообороте является и мелиорирующей культурой. Она выполняет важную функцию биологического дренажа, предотвращая вторичное засоление и заболачивание орошаемых зе-

мель [1, 2, 3].

Целью исследований – охарактеризовать изменения содержания гумуса в почве при возделывании риса в севообороте без многолетних трав.

Материалы и методы исследований. Работа проводилась на участках рисовой оросительной системы площадью 320 га. (5 км на ЮВ от ст. Новомышастовской).

Объектом исследований являлась лугово-черноземная почва.

Рисовые лугово-черноземные почвы включают бывшие черноземные почвы, а также луговато- и лугово-черноземные. Их площадь составляет 102,6 тыс. га или около 22 % от общей площади дельты р. Кубань (28-32 тыс. га.). Они являются преобладающими в восточном секторе древней дельты. Данные почвы сформированы на деградированных лессовидных и аллювиальных породах преимущественно тяжелого гранулометрического состава. Значительная часть этих земель освоена под рисовые оросительные системы.

Агрохимическая характеристика исследуемых почвы (2001 г.):

рН – 7,20 %, гумус – 3,19%, валовые формы: N – 0,23 %, P – 0,22 %, K – 2,12 %, азот легкогидролизуемый – 9,2 мг/100 г, NH_4 обменный – 0,63 мг/100 г, P_2O_5 подвижный – 5,2 мг/100 г, K_2O обменный – 27,5 мг/100 г.

До 2001 г. рис возделывали на площади 320 га. в поле севооборота насыщенностью 62,5 %, а многолетними травами 25 %. С 2011 г. рис возделывали в 8-ми полных севооборотах с насыщенностью 62,5 %. На одном участке с посевом многолетних трав (люцерна 130 га), а на другом без них (190 га).

В обоих севооборотах выращивали сорт Рапан районированный в Краснодарском крае с 1996 г. Сорт среднеспелый с периодом вегетации 115-117 дней высота растений 85-95 см, метелка – длиной 16-17 см., зерновка средней крупности, потенциал урожайности 11-12 т/га.

Дозы минеральных удобрений (NPK) под рис в севообороте после многолетних трав, были сокращены на 30 % в первый год и на 20 % во 2-й год

Технология возделывания риса – общепринятая [1].

Схема опыта:

Севооборот с многолетними травами (2000-2011 гг.)

Севооборот без многолетних трав (2011-2018 гг.)

Севооборот с многолетними травами (2011-2018 гг.)

Весной до внесения удобрений, отбирались пробы почвы из слоя 0-20 см, по 2-м диагоналям поверхности чека, в которых определяли: валовые формы – азота, фосфора и калия; подвижные формы фосфора и калия, азот легкогидролизуемый, обменный аммоний; рН водной вытяжки – потенциметрически; гумус общий по Тюрину [4].

Результаты и обсуждения. Результаты исследований показали (по сравнению с исходным 2001 г.) существенное снижение содержание гумуса в почве на 0,34 % за период с 2011 по 2018 г. в севообороте без многолетних трав.

Наряду с этим в севообороте при возделывании риса с многолетними травами за указанный период содержание гумуса снизилось незначительно и составило 0,08 % таким образом, включение в рисовый севооборот многолетних

трав обеспечило пополнение почвы органическим веществом, что позволило существенно снизить потери гумуса из почвы и сохранить её плодородие. Из приведенных в таблице данных видно, что в севообороте с многолетними травами получена большая на 0,36 т/ га урожайность риса.

Таблица – Содержание гумуса и урожайность риса

	Варианты опыта (севообороты)	Гумус, %	Урожайность т/га
1.	Многолетние травы (2000-2011 гг.)	3,19	Нет данных
2.	Без многолетних трав (2011-2018 гг.)	2,85	6,99
3.	Многолетние травы (2011-2018 гг.)	3,11	7,35

Следовательно, наличие в рисовом севообороте многолетних трав способствует улучшению пищевого режима и мелиоративного состояния почвы, что позволяет повысить урожайность риса.

Выводы:

1. Снижение содержания гумуса за ротацию рисового севооборота без многолетних трав на 0,34 % является негативным фактором, влияющим на плодородие почвы и урожайность риса.
2. Использование рисового севооборота с многолетними травами за его ротацию сопровождается незначительным снижением содержания гумуса до 0,08 %.

Библиографический список

1. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е.М. Харитонова. – Краснодар: ВНИИриса, 2011. – 316 с.
2. Романенко, Г.А., Шащенко В.Ф. Рисовые севообороты. Краснодарское книжное издательство, 1974. – 112 с.
3. Уджуху, А.Ч., Шащенко В.Ф. Регулирование почвенного плодородия в рисовых севооборотах. Краснодар: Советская Кубань, 2003. – 192 с.
4. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии/ В.В. Кидин. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.

УДК 631.45: 631.5: 502

ПРИЕМЫ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АГРОЛАНДШАФТАХ

Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ), г. Тверь,

E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Резюме: В статье представлены вредоносность загрязнения почвы и продукции растениеводства нитратами, пестицидами, тяжелыми металлами, радионуклидами и агротехнические, биологические приемы снижения их содержания.

Ключевые слова: нитраты, пестициды, тяжелые металлы, радионуклиды, снижение вредоносности, агротехнические, биологические приемы.

Summary: The article presents the harmfulness of soil contamination and crop production with nitrates, pesticides, heavy metals, radionuclides and agrotechnical, biological methods of reducing their content.

Key words: nitrates, pesticides, heavy metals, radionuclides, reduction of harmfulness, agrotechnical, biological techniques.

В стратегии адаптивной интенсификации земледелия предпочтение отдается биологическим факторам перед химическими, но применение техногенных средств не игнорируется. Одним из основных путей увеличения производства растениеводческой продукции на дерново-подзолистых почвах является применение минеральных удобрений [1-3].

Исследованиями установлено, что самый действенный фактор роста урожая – азотное удобрение, которое, в тоже время, характеризуется определенной токсичностью. Его применение в высоких дозах оказывает негативное воздействие на теплокровных животных, человека и окружающую среду, ухудшается фитосанитарное состояние почв, интенсивно развиваются фитопатогенные формы микроорганизмов, отмечается рост заболеваемости посевов, особенно корневыми гнилями. Нарастает фитотоксичность почвы, снижаются ее продуктивность и качество сельскохозяйственной продукции.

Ограничить поступление их в продукты растениеводства в пределах допустимых концентраций, получить высокие экологически чистые урожаи сельскохозяйственной продукции можно за счет использования в пищу и на корм животным зерновых бобовых культур и многолетних бобовых трав, выращенных при применении биологического азота и др. К сожалению, в нашей стране доля биологического азота в азотном балансе растениеводства крайне мала и составляет около 5%. При создании благоприятных условий для биологической фиксации азота воздуха она может возрасти до 35% или до 12-15 млн. т. в год, что эквивалентно экономии 80-90 млн. т аммиачной селитры [4].

Азот воздуха биологически фиксируют две группы микроорганизмов: свободно живущих в почве, на ее поверхности и на поверхности корней и надземных органах растения, и симбиотические, которые проникают внутрь растения и образуют с ним соответствующие системы. Последние активно усваивают азот воздуха и удовлетворяют большую часть потребности растений в азоте, даже на самую высокую его продуктивность, без накопления излишков нитратов. Такой способностью обладают, в первую очередь, растения семейства бобовых. Для увеличения биологического азота в азотном балансе следует изменить структуру посевных площадей, существенно увеличив долю бобовых культур. Чтобы избежать избыточного потребления азота из удобрений, конкретная система их применения должна соответствовать почвенно-климатическим условиям, специализации севооборотов, чередованию культур, их биологическим особенностям.

Таким образом, технология получения продукции растениеводства, свободной от избытка нитратов включает в себя рациональное использование азотных удобрений и повышение применения биологического азота. В первое направление входят исключение минерального азота под бобовые культуры, дробное внесение азотных удобрений в умеренных нормах под овощные, зерновые, картофель и корнеплоды, определение необходимости подкормки азотом с учетом растительной диагностики. Второе направление предусматривает изменение структуры посевных площадей с увеличением доли бобовых, кре-

стоцветных культур, в т.ч. с использованием на сидераты, как парозанимающих или промежуточных; подбор комплементарных симбиотических систем: сортов бобовой культуры и штаммов ризобий; повышение содержания доступных форм фосфора и калия, бора и молибдена до нижней границы оптимальной обеспеченности для данной культуры; запашка растительных остатков, соломы после уборки урожая; возделывание бобовых и злаковых трав в травосмесях; активизация ассоциативной биологической азотфиксации созданием благоприятных условий: низкий уровень минеральных форм азота, подбор культур с повышенной ассоциативностью.

Очень важно также снизить содержание пестицидов в почве и продуктах растениеводства. Как известно, все пестициды опасны для здоровья человека и животного, но особенно стойкие с длинным периодом детоксикации способны проникать и накапливаться в растении, а затем с продукцией проникать в организм животного и человека, вызывая расстройство в нем физиологических функций. Многие инсектициды обладают широким спектром действия. Они ядовиты не только для вредных, но и для полезных насекомых, таких как жуки-железцы, божьи коровки, пчелы, природные опылители [5].

В технологию производства продукции растениеводства, свободной от пестицидов входят следующие приемы: обследование полей на загрязненность пестицидами и составление картограмм загрязненности; размещение на загрязненных полях культур на технические цели и семена; применение пестицидов – гербицидов, фунгицидов, бактерицидов и др. с узкой избирательной способностью и с коротким периодом детоксикации; использование пестицидов, радикалы которых нетоксичны для теплокровных животных; строгое соблюдение норм, сроков и способов применения пестицидов; токсикологический контроль почвы и продуктов питания на содержание в них пестицидов в пределах допустимых концентраций.

Технология предотвращения загрязнения почвы и продукции растениеводства пестицидами также включает в себя агротехнические и биологические меры борьбы с вредными организмами. Это соблюдение научно обоснованных севооборотов для снижения в почве запаса вредных насекомых и болезней, своевременная и качественная осенняя и предпосевная обработки почвы, борьба с сорняками междурядными обработками, введение паров в севообороты с высокой засоренностью полей, введение в севооборот крестоцветных в качестве промежуточных сидеральных культур для снижения патогенной биоты в почве, использование паразитов вредных насекомых, сбор вредных насекомых с помощью феромонов.

Не менее важно ограничение содержания тяжелых металлов в почве и продуктах растениеводства. Что касается тяжелых металлов, то их избыток создает определенную опасность для здоровья человека и теплокровных животных, нарушая нормальные физиологические процессы в организме и вызывая порою серьезные заболевания. К наиболее опасным из них относятся мышьяк, барий, кадмий, хром, кобальт, медь, свинец, ртуть, молибден, никель, олово, цинк, сурьма [6].

Поглощение тяжелых металлов почвами зависит от реакции среды, гранулометрического состава, а также от состава анионов почвенного раствора. В кислой среде преимущественно сорбируются свинец, цинк, медь; в щелочной – кадмий, кобальт. В щелочной среде тяжелые металлы практически недоступны для растений. При избытке влаги они быстрее переходят в низкие степени окисления и в более растворимые формы, поэтому дренажные системы, регулирующие водный режим, способствуют преобладанию их окислительных форм и снижению миграционной способности. Для техногенно загрязненных территорий, независимо от типа почвы, характерно накопление металлов в верхнем гумусовом горизонте почвы и резком понижении их содержания в нижележащих. Чтобы быть уверенным в чистоте получаемой продукции, необходимо проведение химического анализа почвы каждого поля на присутствие наиболее опасных элементов [7]. В настоящее время разработаны предельно допустимые концентрации (ПДК) тяжелых металлов в почве, представленные в таблице. Однако агрохимической службой нашей страны анализ всех почв на наличие тяжелых металлов не проводится, и нет соответствующих картограмм.

Таблица – Предельно допустимые концентрации (ПДК) подвижных металлов в почвах, мг/кг

Металл	ПДК	Металл	ПДК	Металл	ПДК
Хром	60	Мышьяк	20*)	Ртуть	2*)
Кобальт	50	Молибден	30	Свинец	32*)
Никель	40	Кадмий	5	Сурьма	1,5*)
Медь	30	Олово	20*)	Марганец	1500*)
Цинк	230	Барий	150*)		

*) валовое содержание

Определены предельно допустимые концентрации для водоемов по ртути – $0,0005 \text{ мг/м}^3$ и свинца – $0,03 \text{ мг/м}^3$ и практически всех металлов в продуктах питания. Повышенное содержание в почве тяжелых металлов, в частности двухвалентных катионов кобальта, никеля, цинка, кадмия, ртути можно снизить путем проведения известкования почвы соответствующими дозами, одновалентных – внесением больших норм калийных удобрений. Установлено, что на дерново-подзолистой почве доведение содержания обменного калия до 130-150 мг/кг резко ограничивает поступление в растения одновалентных тяжелых металлов таких, как хром, никель.

Необходимо также контролировать поступление радионуклидов в почву и продукцию растениеводства. Учеными выявлено, что выпадение радиоактивных аэрозолей из атмосферы на земную поверхность приводит к накоплению в ней радионуклидов, механизм действия которых на организм определяется: высокой эффективностью поглощенной энергии даже при малых количествах; наличием инкубационного или скрытого периода действия; кумулятивным эффектом (способностью к накоплению); генетическим эффектом (действием на потомство) [8].

В результате ионизирующего излучения в тканях живого организма происходят сложные изменения физических, химических и биохимических про-

цессов, часто необратимых. Количество радиоактивных веществ, удерживаемых растительностью, зависит в основном от характера аэрозольных выпадений, особенностей строения надземной части растений и от климатических факторов. Почва при взаимодействии с радионуклидами способна поглощать ионы из раствора, удерживать их и трансформировать в прочно связанное состояние. При этом наибольшее влияние на прочность закрепления оказывают механический и минералогический состав почв, реакция почвенного раствора, емкость поглощения, качественный состав гумуса и концентрация обменных катионов (прежде всего калия, кальция и аммония). В зависимости от степени загрязнения почвы и воды радионуклидами происходит различное удержание их растениями. В настоящее время разработаны допустимые уровни (ВДУ) накопления радионуклидов в растениях и продуктах животноводства, при которых они не опасны для человека и животных.

Научными исследованиями установлено, что радионуклиды стронция более опасны, чем цезия. Антагонистом стронция считается кальций, поэтому при повышенном его содержании в почве поступление стронция в растения ограничивается, в результате имеется возможность получения более чистой продукции. Поэтому на кислых и сильно загрязненных радионуклидами (от 15 до 40 Ки/км²) почвах снизить их поступление в растения можно в первую очередь повышением в почве концентрации кальция путем известкования.

Антагонистом цезия является катион калия. Поэтому, чтобы снизить поступление цезия в растения, необходимо повышение содержания K₂O до 14-16 мг/100 г почвы, при этом поступление цезия-137 снижается в 8-10 раз. Процессы известкования и повышения уровня содержания калия в почве совместимы и могут осуществляться одновременно.

При этом необходимо заметить, что наиболее эффективно комплексное применение рекомендуемых приемов, чем отдельно взятых, так, при совместном внесении в почву извести и органических удобрений примерно на 30% увеличивается урожай и в 2-2,5 раза снижается коэффициент накопления цезия-137 растениями.

Выявлено, что глубокая вспашка с оборотом пласта и одновременным внесением фосфора, калия и известковых материалов наиболее продуктивна, так как в этом случае достигается ограничение перехода цезия-137 в урожай сельскохозяйственных культур до 4-5 раз. По данным 10-летних исследований реализация комплекса мероприятий в производственных условиях уменьшала концентрацию цезия-137 в растениях в среднем в 2-3 раза [8].

Для повышения эффективности мероприятий по снижению содержания радионуклидов в почве, растениях и продуктах необходимы проведение инвентаризации угодий по плотности их загрязнения с составлением картограмм и сопоставление их с картограммами содержания калия и кальция в почве, организация радиационного контроля продукции с учетом ВДУ и прогнозирование содержания радионуклидов в урожае.

Библиографический список

1. Лыскова И.В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой

почвы, урожайность и качество зерновых культур / И.В. Лыскова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - №6 (61). – 2017. – С. 35-40.

2. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений / В.Г.Лошаков // Плодородие. – № 2. – 2016. – С. 37-41.

3. Петрова Л.И. Влияние агроландшафтных условий и удобрений на урожай культур на осушаемых землях ЦР НЗ / Л.И. Петрова, Е.М. Корнеева. // Земледелие. – №1. – 2008. – С. 12-13.

4. Бузмаков В.В., Медведев А.В., Посыпанов Г.С. Природно-экологические проблемы сельского хозяйства. – М.; 2000

5. Мельников Н.Н., Волков А.И., Коротков Н.А. Пестициды и окружающая среда. – М.; 1977

6. Скарлыгина, Уфимцев М.Д. Техногенное загрязнение растений тяжёлыми металлами и его эколого-биологический эффект. //Тяжёлые металлы в окружающей среде. – М.; 1980.

7. Гулюк Г.Г. О состоянии мелиорированных земель в России. – М.; 2008. – С.72.

8. Козьмин Г.В., Круглов С.В. и др. Ведение сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения. / МСХП РФ // Министерство образования РФ / Обнинский институт атомной энергетики. – Обнинск, 1999.

УДК 631.459

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СНЕГА ПРИ ЕЁ ПРОЕКТИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

Подлесных И.В., Зарудная Т.Я.

ФГБНУ Курский Федеральный аграрный научный центр, Курск

E-mail: podlesnich_igor@rambler.ru

Резюме: Конструкция лесной полосы оказывает существенное влияние на распределение снега в агроландшафте, что необходимо учитывать при проектировании полезащитных лесных полос способствующих стабилизации эрозионных процессов на полях, расположенных в регионах с расчлененным рельефом.

Ключевые слова: лесная полоса, контурно-мелиоративная организация территории, водосбор, снегораспределение на склоне.

В комплексе мер по предотвращению эрозионных процессов и ликвидации эрозии особое место занимает система агролесомелиоративных мероприятий.

Лесомелиоративные комплексы преобразуют простые аграрные ландшафты в более сложные, а, следовательно, и в более устойчивые экосистемы. В настоящее время площадь искусственных зеленых насаждений разного назначения составляет лишь 1,3% аграрной территории нашей страны, что в 3-6 раз меньше научно обоснованных норм облесения. А если учитывать, что в нашей стране ежегодно создается порядка 4-6 тыс га, лесных насаждений, а сокращается 20-30 тыс га, то эти показатели очень низки [1].

Лесные полосы, произрастающие на территории агроландшафтов нашей страны, имеют различные конструкции, в зависимости от той функции, ради которой они были созданы [2,3]. По влиянию на аэродинамическую эффективность на полях конструкции лесных полос бывают следующих видов (рис. 1).

Рисунок 1 – Схема разных конструкций лесных полос по продуваемости [4]

Полоса *плотной конструкции* не имеет просветов по всему продольному профилю, и воздушный поток при встрече с ней, обтекает ее сверху, что способствует зарождению дефляции (ветровой эрозии). Скорость ветра при подходе к полосе снижается, в самой полосе и при выходе из нее скорость ветра равна или близка к нулю, затем она возрастает и восстанавливается до первоначальной на расстоянии 15-20 Н. При этом большая часть мелкозема и снега задерживается в полосе и на ее опушках в виде сугроба. Эти полосы пригодны для создания стокорегулирующих, пастбище защитных полос. Полезащитные лесные полосы плотной конструкции не создают.

Лесные полосы *ажурной конструкции* имеют равномерное расположение просветов по всей площади продольного профиля – 15-35%. Они делят ветровой поток на 2 части: одна часть проходит через полосу, дробясь и снижая скорость, а другая – «переваливается» через насаждение. Вследствие тормозящего взаимодействия двух частей ветрового потока ажурные полосы снижают скорость ветра, как с наветренной, так и с заветренной стороны лесной полосы на достаточно большом расстоянии до 30-35 Н. Поэтому полосы такой конструкции создают в районах, подверженных дефляции.

Полосы *ажурно-продуваемой конструкции* имеют крупные просветы, занимающие более 60% площади нижней части продольного профиля лесной полосы и равномерно расположенные в области крон (15-35% площади профиля в кроне).

Они делят ветровой поток на 3 части: одна проходит через крупные просветы в нижней части полосы; вторая – через кроны деревьев, дробясь на отдельные потоки; третья – небольшой ветровой поток – «переваливается» через лесную полосу. Ажурно-продуваемые полосы снижают скорость ветра менее эффективно, чем полосы других конструкций: дальность влияния не превышает 12-15 Н. Зато полосы этой конструкции способствуют равномерному распределению снега на полях.

Конструкции лесных полос определяются в течение вегетационного периода (в облиственном состоянии), так как после опадения листвы даже сравнительно широкие не продуваемые полосы имеют просветы и становятся ветропроницаемыми.

Перечисленные выше виды конструкций защитных лесных насаждений приводят к положительным результатам и позволяют более продуктивно и с

полной отдачей:

- а) уменьшить испарения на посевных агроэкотонах;
- б) снизить скорость и турбулентность ветров на защищенных сельскохозяйственных полях;
- в) произвести равномерное распределение снега;
- г) повлиять на регулирование влажности почвы;
- д) обеспечить защиту от снежных и песчаных заносов;
- е) улучшить условия микроклимата на полях [5].

Выпавший снег, на незащищенный лесными полосами участок территории, распространяется под действием турбулентности движения воздуха в микропонижения рельефа и гидрографическую сеть, тем самым может перемещаться на расстояние до 3 км от места выпадения, это обостряется тем, что аккумуляции снежного покрова не хватает в полной мере, чтобы глубже пропитать почвенные слои.

В ходе изучения вопроса о влиянии конструкции лесной полосы и экспозиции на снегораспределение, нами были проведены исследования на территории опытного хозяйства Курского ФАНЦ в лесных полосах разной конструкции и породного состава, расположенных на склонах рисунок 2.

Рисунок 2 – Характеристика снегораспределения в зоне влияния лесных полос разной конструкции на склонах различных экспозиций

Полученные данные подтвердили, что лесная полоса плотной конструкции аккумулирует в себе большее количество твердых осадков в виде снега, а так же выше и ниже неё в шлейфовой зоне, соответственно увеличены и запасы воды.

Лесные полосы, расположенные на склонах южной экспозиции, независимо от их возраста способствуют большему накоплению запасов воды в снеге внутри лесной полосы и на прилегающих территориях склона. Это связано с преобладающими ветрами западных направлений и, зная то, что они солнцезащитны, более подвержены водно-эрозионным процессам, это необходимо учитывать при проектировании лесных полос, в качестве противоэрозионного мероприятия.

Библиографический список

1. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. – 40 с.
2. Подлесных И.В., Зарудная Т.Я. К усовершенствованию теоретических основ противоэрозионной организации территории сельхозпредприятий для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов в системах земледелия Центрального Черноземья. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №6. – С. 13-18.
3. Подлесных И.В., Зарудная Т.Я. Роль агролесомелиоративного комплекса в агроландшафтах // Материалы междунар. науч.-практ. конф. Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства Прикаспийский НИИ аридного земледелия. с. Солёное Займище. – 2017. – С. 260-262.
4. Энциклопедия агролесомелиорации / под ред. Е.С. Павловского. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – 677 с.
5. Подлесных И.В., Зарудная Т.Я. Роль лесогидромелиоративного комплекса в снижении эрозионно-гидрологических процессов и повышении продуктивности пашни // Агроэкология, мелиорация и защитное лесоразведение материалы Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград: ФНЦ Агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН. – 2018. С. 414-417.

УДК 633.11: 631.895

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗЕРНОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ

Пойменов А.С.

ФГБНУ Белгородский ФАНЦ РАН

E-mail: laboratoria.plodorodya@yandex.ru

Озимая пшеница – основа продовольственного зерна, которая наиболее распространена Юго-Западе Центрального Черноземья. Главный резерв увеличения продуктивности озимой пшеницы – использование агротехнологий, которые обеспечивают максимально возможную продуктивность и стабильность урожаев по годам, высокую экономическую отдачу, предусматривают рациональное применение средств интенсификации: систему удобрений;

средств защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей; возделывание новых высокоурожайных сортов и т. д. [1-4].

Почва опытного участка, наиболее распространённая на территории Белгородской области – чернозём типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Агрохимические показатели пахотного слоя перед закладкой опыта составляли: содержание гумуса 5,18-5,32%, pH_{KCl} 5,8-6,3, подвижного фосфора (по Чирикову) 67-78 мг/кг почвы, обменного калия (по Масловой) – 88-112 мг/кг почвы [6-9].

Органические удобрения вносили один раз в ротацию севооборота под сахарную свеклу в одной (40 т/га) и двойной (80 т/га) дозах навоза КРС, что на 1 га севооборотной площади составляло соответственно по 8 и 16 т.

В качестве минерального удобрения использовали азофоску осенью под основную обработку в одной и двойной дозах. Одинарная доза удобрений 60 кг/га рассчитана на простое воспроизводство почвенного плодородия, а двойная доза 120 кг/га на расширенное. В качестве подкормки озимой пшеницы использовали аммиачную селитру в дозе 30 и 60 кг/га д.в. на 1 га.

Посевная площадь опытной делянки 120 м², повторность трехкратная. Опыт поставлен по полной факториальной схеме. Обработка данных проводилась с использованием дисперсионного анализа [10-12]. Для исследования использован зернопропашной севооборот, в котором следующее чередование культур: озимая пшеница, сахарная свёкла, ячмень, кукуруза на силос, горох.

В полевом опыте при возделывании озимой пшеницы в зернопропашном севообороте использовали общепринятую для Центрально-Чернозёмного региона технологию возделывания. Объектом исследований был сорт озимой пшеницы Синтетик. Предшественник исследуемой культуры горох [13-14].

Схема опыта включает следующие варианты:

1. Контроль
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$
3. $N_{120}P_{120}K_{120}$
4. Навоз – 40т/га
5. Навоз – 40т/га+ $N_{60}P_{60}K_{60}$
6. Навоз – 40т/га+ $N_{120}P_{120}K_{120}$
7. Навоз – 80т/га
8. Навоз – 80т/га+ $N_{60}P_{60}K_{60}$
9. Навоз – 80т/га+ $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Между уровнем применения удобрений и урожайностью культуры существует прямая зависимость. Именно удобрения являются важнейшим рычагом интенсификации земледелия [3].

Озимая пшеница очень хорошо отзывается на внесение удобрений, как минеральных, так и органических и ее урожайность на этих вариантах заметно выше, чем на контроле.

На варианте без удобрений урожайность озимой пшеницы в среднем была 3,36 т/га. С внесением одинарной дозы минеральных удобрений урожайность колебалась от 4,81 (в 2018 году) до 5,80 т/га (в 2017 году) что на 61,3% больше

чем на контроле. Внесение двойной дозы минеральных удобрений повысило урожайность по сравнению с контролем на 80,3%, а в сравнении с одинарной дозой на 11,8% и составила в среднем 6,06 т/га.

Таблица 1. – Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы в зернопропашном севообороте (среднее за 2017-2019 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га
Контроль	3,36
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,42
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	6,06
Навоз – 40т/га	3,91
Навоз – 40т/га+ N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,58
Навоз – 40т/га+ N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,89
Навоз – 80т/га	4,14
Навоз – 80т/га+ N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,86
Навоз – 80т/га+ N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	6,15

Органические удобрения не сильно повысили урожайность в сравнении с контролем, но прибавка тоже есть 16,3% при одинарной дозе и 23,2% при двойной.

Максимальная урожайность была достигнута при совместном внесении органических и минеральных удобрений, а конкретно на вариантах с внесением двойных доз удобрений и в среднем составляла 6,15 т/га, что на 83% больше чем на контроле.

Таким образом, анализируя данные полевых опытов, на типичном черноземе в зернопропашном севообороте, можно констатировать, что ведущая роль в повышении урожайности озимой пшеницы принадлежит совместному внесению органических и минеральных. А увеличение дозы минеральных удобрений, приводит к достоверному увеличению урожайности культуры. Вместе с тем необходимо заметить, что зерновые хорошо используют последствие высоких доз органических удобрений.

Таким образом, урожайность зерна в первую очередь определялась условиями питания. По мере интенсификации земледелия роль удобрения постоянно растет. Пшеница очень чувствительна к внесению удобрений, быстро реагирует увеличением биомассы и повышением кустистости.

Библиографический список

10. Главный хлеб XXI века. Научные основы и практика производства ценного зерна озимой пшеницы. Учебно-методическое пособие. – Белгород: «Крестьянское дело, 2001. – 80 с.
11. Логвинов И.В. Оценка эффективности предшественников озимой пшеницы, возделываемой в агротехнологиях разного уровня интенсивности в условиях Юго-Запада ЦЧЗ // Земледелие. – №6. – 2016. – С. 12-15.
12. Тютюнов С.И., Солнцев П.И., Шаповалов Н.К. Влияние длительного применения технологической нагрузки на урожайность озимой пшеницы // Сахарная свекла. – 2016. – №1. – С. 41-44.
13. Тютюнов С.И., Солнцев П.И., Шаповалов Н.К. Эффективность комплексного приме-

нения средств химизации под озимую пшеницу по чёрному и сидеральному парам в Белгородской области // Сахарная свекла. – 2015. – №8. – С. 30-34.

14. Тютюнов С.И., Навольнева Е.В., Соловиченко В.Д., Ступаков А.Г. Влияние пищевого режима и органического вещества на плодородие почвы и урожайность озимой пшеницы // Агрохимический вестник. – 2016. – № 5. – С. 23-27.

15. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. – Белгород: «Отчий край», 2013 – 372 с.

16. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И., Уваров Г.И. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Чернозёмного региона – Белгород: «Отчий край», 2012. – 256 с.

17. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Мониторинг почвенного покрова Белгородской области. – Белгород: «Отчий край», 2014 – 113 с.

18. Проблемы эффективного использования земли. – Белгород: «Крестьянское дело», 2000. – 80 с.

19. Агрохимический словарь. Термины и определения. – М.: Агроконсалт, 1999. – 48 с.

20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

21. Цыгуткин А.С. Методология статистической обработки многолетних данных опыта. – М.: Россельхозакадемия, 2002. – 27 с.

22. Тютюнов С.И., Соловиченко В.Д., Логвинов И.В., Самыкин В.Н. Плодосменный севооборот основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в условиях биологизации Белгородской области // Плодородие. – 2014. – №1. – С. 28-30.

23. Нецветаев В.П. Сорта озимой мягкой пшеницы ГНУ Белгородский НИИСХ Россельхозакадемии. – Белгород: «Отчий край», 2012. – 20 с.

УДК 631.63:54

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ

Попова М.В.

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», Курск

***Аннотация.** Анализ полученных данных по сравнительной характеристике вариантов с растительными остатками и навозом показал равноценность навоза и соломы как органических удобрений по их влиянию на содержание органического вещества в черноземных почвах.*

***Ключевые слова:** негумифицированное органическое вещество, почва, растительные остатки, навоз.*

Сельскохозяйственное использование черноземов сопровождается ухудшением их гумусового состояния. За последние 100 лет пахотные черноземы ЦЧЗ потеряли около трети запасов гумуса, а ежегодные некомпенсированные потери гумуса в пахотном слое достигают 0,6-0,9 т/га или 0,4-0,7 % от его запасов [6].

Интенсивное снижение содержания гумуса в пахотных почвах России, установленное за столетие после экспедиции В. В. Докучаева [12], еще более усилилось в начале 90-х годов XX века, когда из-за дороговизны транспортировки практически прекратилось даже внесение навоза. В сложившихся условиях возрастает роль соломы как органического удобрения, которая по сравнению с навозом является более экологически чистой, в 3,4 раза больше со-

держит органического вещества и имеет затраты на внесение в почву ниже до 7 раз [8]. Кроме того, обогащение почвы свежим органическим веществом в виде различных органических удобрений (солома, компосты, зеленое удобрение), возможно обеспечит поддержание необходимого соотношения гумуса и негумифицированного органического вещества, что немаловажно для поддержания баланса органического вещества почвы [4].

Ценность навоза как органического удобрения подобными утверждениями не принижается, а рассматривается в должном свете. Использование соломы в качестве удобрения и, следовательно, отказом от обычного удобрения навозом стремятся найти новую форму обеспечения почвы органическим веществом.

Основным источником энергии для сельскохозяйственных растений, наряду с солнечной энергией, является органическое вещество почвы, обуславливающее уровень ее биологической активности. Так как процесс разложения органического вещества при сельскохозяйственном использовании происходит в основном за счет разложения в ней негумифицированного органического вещества (НОВ), то задачей сельскохозяйственного производства и должно быть поддержание его содержания на оптимальном уровне – не менее 3-5 % от общего количества органического вещества почвы [5, 11]. Однако в современных условиях при резком сокращении поголовья скота и птицы реальная обеспеченность пашни в органических удобрениях не более 10 % [9, 10]. При этом использование навоза и помета в хозяйствах часто сопряжено с большими потерями питательных веществ. В этих условиях целесообразно полнее использовать приемы биологизации земледелия, все резервы органических удобрений, а именно необходимо привлекать дополнительные источники органического вещества для поддержания плодородия почвы. Такими источниками могут быть излишки соломы, не используемые на корм или другие хозяйственные потребности, ботва сахарной и кормовой свеклы, сидераты, пожнивные и поукосные культуры на зеленое удобрение, стебли кукурузы и подсолнечника, дополнительные посевы многолетних трав [3].

Исследования проведены на черноземных почвах Курской области. Во Всероссийском НИИ земледелия и защиты почв от эрозии была разработана технология эффективного использования растительных остатков как органических удобрений на черноземе типичном Лесостепи ЦЧЗ, которая использовалась нами при проведении эксперимента [13].

Исходные показатели свойств чернозема типичного опытных участков варьировали в зависимости от местоположения в рельефе (южной экспозиции и водораздельного плато), содержание гумуса 4,86 -5,65 %, аммиачного азота 0,30- 0,54, а нитратного азота 0,92-1,2 мг на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора в пахотном слое близка к нейтральной: pH_{H_2O} 6,6-7,7, pH_{KCl} 5,5-6,9 %. Гидролитическая кислотность находилась в пределах от 0,42 до 1,94 мг-экв на 100 г почвы, содержание обменного кальция колебалось от 22,4 до 29,6 мг-экв на 100 г почвы. Плотность сложения почвы для пахотного слоя 0-20 см составляет 1,08-1,26 г/см³. Обеспеченность чернозема типичного подвижным

фосфором - 9,6-16,2, обменным калием – 9,4-12,8 мг на 100 г почвы.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений); 2. Послеуборочные растительные остатки 9/15 т/га + известь 2,5 т/га; 3. Послеуборочные растительные остатки 9/15 + азот аммиачной селитры 150; 4. Послеуборочные растительные остатки 9/15 + известь 2,5 т/га + азот аммиачной селитры 150; 5. Навоз 40 т/га.

Исследования проводились в севообороте «гречиха – кукуруза на з/к – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень» по общепринятым методикам [1, 2]. Количество растительных остатков дозировано: соломы 3 т/га, ботвы сахарной свеклы – 15 т/га. Площадь делянок – 2 м², учетная площадь – 1 м². Повторность опыта 4-х кратная.

Данные полевых опытов, проведенных на черноземе типичном в Курской области показали, что солома и другие растительные остатки являются ценным источником гумуса и негумифицированного органического вещества (НОВ), от содержания которого в конечном счете и зависит урожайность возделываемых культур [4, 7].

Внесение соломы и других растительных остатков в севообороте «гречиха – кукуруза на з/к – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень» повысило содержание в почве как общего органического вещества, так и НОВ, а в некоторых вариантах (солома + N30) и гумуса.

Причем содержание НОВ было одинаковым и при удобрении в виде соломы и ботвы, и при внесении навоза в эквивалентных по сухому органическому веществу дозах (8,4 т/га). Оно составило 0,32-0,34 и 0,34 % или 6,4 и 7,6 % от общего содержания органического вещества в почве, что вполне благоприятно для роста и развития растений [5, 12].

Отмечено также, что содержание общего органического вещества в почве и в производственных условиях при удобрении растительными остатками в течение 3-х лет в дозе 10,7 т/га стало таким же, как и на варианте с внесением 30 т/га навоза – 5,37 и 5,36 % соответственно. Но при этом большее накопление НОВ и увеличение содержания гумуса по сравнению с исходным количеством произошло на варианте с растительными остатками и известью.

Выравнивание содержания органического вещества в почве произошло не только за счет повышения доли негумифицированного органического вещества почвы, но и гумуса, так как на варианте с растительными остатками было внесено 7,5 сухого органического вещества, а с навозом – 6,0 т/га.

Анализ полученных данных по сравнительной характеристике вариантов с растительными остатками и навозом показал равноценность навоза и соломы как органических удобрений по их влиянию содержание органического вещества почвы.

Таким образом, содержание негумифицированного органического вещества в почве увеличивалось на 0,29-0,31 и 0,34 % соответственно по сравнению с контролем, а гумуса на 0,39 и 0,35 % - по сравнению с исходным количеством. Поэтому солому и другие растительные остатки шире следует использовать для пополнения почвы свежим органическим веществом и улучшения ее

плодородия.

Для возмещения потерь гумуса, увеличивая его содержание в почве и повышения ее плодородия нужны такие севообороты, в которых наряду с большим выходом продукции в почву поступало бы больше растительных остатков с возможно большим содержанием азота.

Библиографический список

1. Агрохимические методы исследований почв. -М.: Наука, - изд.5. - 1975. - 656с.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. методы исследования физических свойств почв. -3-у изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416с.
3. Брескина Г.М., Чуян Н.А. Роль нетрадиционных удобрений для органического вещества почвы / Материалы международной научно-практической конференции // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ, 06 февраля 2018 г., Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, п. Лесниково, 2018. – С. 449-453.
4. Верниченко, Л. Ю., Мишустин Е.И. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур // Использование соломы как органического удобрения. - М.: Колос, 1980. – С.3-33.
5. Володин, В. М., Масютенко Н.П., Юринская В.Ф. Методические рекомендации по регулированию гумусного состояния черноземных почв Курской области. – Курск, 1990. – 50с.
6. Дедов, А. В., Придворев Н.И., Верзилин В.В., Кузнецова Л.П. Система удобрения, продуктивность культур и плодородие чернозема выщелоченного // Агрохимия. – 2004. – №5. – С. 36-46.
7. Еремина Р.Ф. Влияние навоза и растительных остатков как органических удобрений на воспроизводство плодородия чернозема типичного и производительность агроэкосистем/ Материалы V Всероссийского съезда общества почвоведов, Ростов-на-Дону, 2008.
8. Колсанов, Г. В. Гречишная солома в удобрении ячменя на типичном черноземе Лесостепи Поволжья / Г. В. Колсанов // Агрохимия. – 2005. – №5. – С. 59-65.
9. Мерзлая, Г. Е., Шевцова Л.К. Гумус и органические удобрения как основа плодородия / Г. Е. Мерзлая, Л. К. Шевцова // Плодородие. – 2006. – №5. – С.27-29.
10. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России (информационно-аналитический справочник) / Под ред. А. И. Еськова. – ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии. – Владимир, 2006. –200с.
11. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв. – М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 1984. – 303с.
12. Русский чернозем. 100 лет после Докучаева. М.: Наука, 1983. – 302с.
13. Технология эффективного использования растительных остатков как органических удобрений на черноземах Лесостепи ЦЧЗ. – Курск, 2005. – 20с.
14. Чуян Н.А., Брескина Г.М. Эффективность использования органических удобрений под сахарную свеклу // Сахарная свекла. – 2013. – №10. – С. 29-30.
15. Чуян Н.А., Брескина Г.М. Оптимизация содержания и состава органического вещества в черноземе типичном // Агрохимический вестник. – 2018. – №3. – С. 35-39.

**ВЛИЯНИЕ СЕПТОРИОЗНОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ НА
КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В
УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Приходько А.А.¹, Миняйлова В.С.², Мохова Л.М.³, Смоляная Н.М.⁴

¹Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина
E-mail: *prichodko.a.d.1997@gmail.com*

²Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина
E-mail: *torimil97@mail.com*

³ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко»
E-mail: *mohovalubov@mail.ru*

⁴Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина
E-mail: *n.smola@bk.ru*

Аннотация: В статье представлены результаты исследований устойчивости сортов озимой пшеницы к септориозу за 2018-2019 год в условиях Краснодарского края (опытное поле НЦЗ им. П. П. Лукьяненко).

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, устойчивость, септориоз, заболевание, эпифитотия, скрининг методов заражения, искусственный инфекционный фон.

Abstract: The article presents the results of studies of the resistance of winter wheat varieties to Septoria for 2018-2019 in the Krasnodar region (experimental field of NCZ im. P. P. Lukyanenko).

Keywords: winter wheat, variety, resistance, septoria, disease, epiphytobia, screening of infection methods, artificial infectious background.

Урожайность пшеницы и её стабильность определяются множеством признаков и свойств, среди которых важнейшее значение имеет продолжительность функционирования листового аппарата. Непосредственное ухудшение деятельности фотосинтетического аппарата вызывают как вредители [3,4,6], так и болезни. Среди заболеваний особенно вредоносна септориозная этиология. В последние десятилетия на территории Краснодарского края участились массовые вспышки листовых пятнистостей, вызываемые несовершенными грибами из рода *Septoria*. Септориоз занял прочное место в списке экономически важных болезней пшеницы в Краснодарском крае. Ученые уделяют ему такое же внимание как ржавчине и мучнистой росе. Частота вспышек массового развития заболевания составляет 5-7 случаев в течение 10 лет. Потери урожая при умеренном развитии септориоза составляют 10-15%, при эпифитотиях – 30-40% (Санин, 2003). Причинами возникновения эпифитотий болезни являются: чрезмерная насыщенность севооборотов зерновыми культурами (более 60%), увеличение количества вносимых азотных удобрений, вызывающих дисбаланс минерального питания, увлечение поверхностными обработками почвы, а также широкое применение химических средств защиты растений от листовых болезней, вызываемых облигатными патогенами. Накоплению септориозной инфекции способствует увеличение площадей, занятых полукарликовыми сортами, которые более восприимчивыми к заболеванию [1].

В Краснодарском крае приоритет в области селекции сортов, устойчивых

к септориозу, принадлежит НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, где ведутся исследования, целью которых является скрининг методов заражения, оценки и отбора генотипов, устойчивых к заболеванию, выявление доноров устойчивости, обладающих различными механизмами защиты, среди коллекционного, селекционного материала и изучение их хозяйственно-полезных признаков [5].

Разработана технология селекции пшеницы на устойчивость к комплексу болезней, включающая оптимальную систему иммунологических оценок и отборов, которая органично вписывается в схему селекционного процесса. Схема предусматривает наличие автономных искусственных инфекционных фонов по ряду болезней, одновременное тестирование материала в географических точках на естественном инфекционном фоне. Для этого испытуемый материал высевали 2-х рядковыми деланками селекционной кассетной сеялкой Неге-90, длина рядка 70 см, ширина междурядья 30 см. По периметру и центру питомника в качестве накопителей инфекции располагали восприимчивые сорта с различным сроком созревания. Это раннеспелый сорт Победа 50, среднеспелый – Коллега и позднеспелый Фортуна и 2 варианта: 1-й – фон искусственного заражения; 2-й – контрольный, защищенный от болезни; опрыскивание посевов проводилось фунгицидом Фалькон, КЭ в дозе 0,6 кг на гектар, в двукратной повторности. Для усиления поражения с осени и снижения иммунитета у растений посев проводили в ранние сроки – 28-30 сентября. Фон минерального питания повышенный, азотный. Под основную обработку вносили 2 ц/га аммиачной селитры. Первую подкормку проводили ранней весной при возобновлении вегетации в дозе 1 ц/га, вторую в фазу выхода в трубку в дозе 1,5 ц/га. Основная обработка почвы проводилась по типу полупара, предшественником служил рапс на сидераты, который также способствовал накоплению патогена.

Искусственный инфекционный фон создавался с помощью ранцевого опрыскивателя (рисунок 1), путем равномерного нанесения раствора водной суспензии пикноспор на растения. Суспензию или инокулюм мы получали из свежесобранных на посевах пшеницы и пораженных септориозом листьев.

Рисунок 1 – Опрыскивание инокулюмом (*S. tritici*) опытных деланок

Мы получали инокулюм из листьев с пикнидиальным спороношением па-

тогена, собранных за неделю до заражения. Промытые листья замачивали в теплой водопроводной воде на 2-4 ч для обеспечения полного выхода спор из пикнид. Инокулюм хорошо перемешивали взбалтыванием и фильтровали через двойной слой марли. Титр маточной суспензии спор составлял 1.10^7 спор/мл; расход суспензии – 0,25-0,30 л на 1 м^2 . Для улучшения смачиваемости листьев в раствор добавляли поверхностно-активное вещество: твин 80 из расчета 1 мл на 1 литр суспензии, жидкий агар или мыло хозяйственное (1г на 1 литр суспензии) [3].

Инокуляцию проводили в самые уязвимые фазы растений – колошение-цветение пшеницы в вечерние часы под росу или в пасмурную погоду после дождя. Так как для заражения необходимо наличие капельной влаги или относительной влажности воздуха 98-100% в течение 10-12 ч, создавали искусственное увлажнение. Для этого делянки перед инокуляцией опрыскивали водой, наносили суспензию на растения, после чего накрывали половину делянки полиэтиленовыми пакетами с целью создания влажной камеры. Во избежание срыва ветром внизу аккуратно завязывали шпагатом.

При оценке пораженности растений использовали модифицированную шкалу Saari и Prescottt (Сари-Прескотт, 1975г), учитывающую две количественные величины: степень развития болезни на растении и интенсивность пораженности в процентах (рисунок 2).

Рисунок 2 – Модифицированная шкала оценки устойчивости сортов озимой пшеницы (Сари-Прескотт, 1975г)

Величина поражения определялась как средний процент занятой грибом поверхности листьев определенного яруса на 10 растениях каждой делянки.

Потери урожая (Y) или вредоносность рассчитывали по формуле (1):

$$(1) \quad = \frac{Y_k - Y_b}{Y_k} * 100\%,$$

где Y_k – урожай в контроле

Y_b – урожай в инокулированном варианте.

На стадии полной спелости все гибриды и родительские формы вырывали с корнем и в лаборатории проводили структурный анализ, в который входили следующие показатели: высота растений, общая и продуктивная кустистость, масса зерна с растения, количество колосков и зерен в колосе, масса 1000 зерен.

Результаты иммунологического скрининга сортов при искусственном за-

ражении в полевых условиях популяцией возбудителя *S. tritici* позволили классифицировать их по устойчивости (таблица 1).

Таблица 1 – Структурный анализ растений озимой пшеницы (опытное поле НЦЗ им. П. П. Лукьяненко).

№ п/п	Сорт	Число продуктивных колосков в колосе, шт.		Число зерен в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г.	
		Инокуляция	Контроль	Инокуляция	Контроль	Инокуляция	Контроль
5	Лига 1	17,1	18,0	38,4	10,4	26,8	37,2
7	Гром	17,5	17,9	30,8	18,64	22,36	41,0
2	Калым ст.	16,5	17,9	26,4	5,6	31,2	36,8
4	Табор	17	18,6	27,8	8,7	31,8	40,5
1	Морозко	19,8	19,9	31,1	2,6	31,7	34,3
8	Уруп	18,4	18,3	27,5	25,8	16,4	42,2
6	Анка	17,7	19,5	28,6	15,1	28,3	43,4
3	Адель	18,0	21,7	30,0	6,9	36,1	43,0

Лучшими, созданными на разных этапах селекции, являются: Табор, Морозко, Адель. В группу среднеустойчивых включены сорта Лига 1, Гром, Уруп, Анка.

Большая совместная работа селекционеров и иммунологов дает реальную возможность обеспечить сельхозтоваропроизводителей сортами озимой пшеницы, обладающими различной генетически обусловленной основой резистентности и толерантности к фитопатогенам, что способствует оптимизации фитосанитарного состояния и позволяет противостоять возникновению эпифитотий.

Библиографический список

1. Аблова И.Б., Беспалова Л.А., и др. Принципы, методы и результаты селекции озимой пшеницы на устойчивость к болезням в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко // 100 Лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. – Сборник научных трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «ЭДВИ», 2014. – С. 48-67.
2. Аблова И.Б., Мохова Л.М., Горьковенко В.С. Полиморфизм сортов пшеницы по устойчивости к *Septoria tritici* //Збірник наукових праць СП. Вип.11(51). Одеса, 2008. – С. 69-72.
3. Вредители сельскохозяйственных культур и лесопарковых насаждений Юга России: учеб. пособие / А.С. Замотайлов, А.М. Девяткин, Э.А. Пикушова, А.И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 382 с.
4. Девяткин А.М. Практикум по сельскохозяйственной энтомологии: практикум / А.М. Девяткин, А.И. Белый, А.С. Замотайлов // ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – Краснодар, 2007. – 220 с.
5. Мохова Л.М. Селекционно-иммунологические аспекты устойчивости пшеницы и тритикале к *SEPTORIA TRITICI ROV. EX DESM.* Л. Диссертация. – Краснодар, 2008. – 167 с.
6. Прогноз в защите растений: учеб. пособие / Л.П. Есипенко, А.С. Замотайлов, А.И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 202 с.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ НА ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ

Прущик А.В.

ФГБНУ «Курский ФАНЦ», г. Курск

E-mail: model-erosion@mail.ru

Резюме. Представлены исследования почвы на склоне западной экспозиции с водорегулирующей двухрядной лесной полосой и валом-канавой. Отмечено увеличение плотности почвы на межполосном пространстве по сравнению с лесной полосой.

Ключевые слова: плотность почвы; лесная полоса

Summary. Studies of soil on the slope of the western exposition with a water-regulating two-row forest belt and a shaft-ditch are presented. There has been an increase in soil density in the interfield compared to the forest belt.

Key words: density soil, forest belt.

Полезащитные лесные полосы с простыми гидротехническими сооружениями (вал-канавы) способствуют распылению и поглощению поверхностного стока при снеготаянии и дожде, для предотвращения смыва и размыва почвы на склонах с уклоном более 2 °С, улучшению структурного состояния почвы, увеличению гумусного горизонта почвы, разуплотнению почвы. [1-4].

Плотность сложения почвы – важный показатель, от которого зависят водные, воздушные и тепловые свойства, развитие корневых систем сельскохозяйственных культур, интенсивность микробиологических процессов, а в конечном итоге – урожайность сельскохозяйственных культур.

Цель исследования сравнения плотности почвы в метровом слое в лесной полосе и на пашне.

Исследования почвы проводили весной 2019 (май) на опытном участке контурно-мелиоративного земледелия, расположенном в северной части Медвенского района Курской области. Опыт был заложен в 1982 году. Территория опытного участка является частью водораздела рек Полная и Реут. Отбор почвенных образцов проводили на средней части склона западной экспозиции, на котором расположены двухрядные контурно-параллельные тополевые лесные полосы, усиленные гидротехническими сооружениями (вал-канавы).

Для определения типа почвы были заложены два разреза: в лесной полосе и на межполосном пространстве на удалении 4Н (Н – высота деревьев в лесной полосе) от лесной полосы. Почвенный покров представлен черноземом типичным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке четвертичного возраста.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом в слое почвы 0-100 см. Отбор образцов на влажность производили бурением скважин через 5 см в трехкратной повторности.

Плотность сложения определяли путем отбора образцов с нарушенным сложением почвенным буром-пробоотборником [5] с последующим высушиванием и взвешиванием.

Плотность сложения почвы характеризует взаимное расположение почвенных частиц и агрегатов. В лесной полосе верхний слой почвы отличался оструктуренностью, был обильно пронизан корнями растений. На разветвлениях корней отмечено образование скоплений высушенной массы почвы. В исследуемой почве опытного участка плотность невысока и постепенно увеличивалась вниз по профилю (табл.).

В нижней части гумусового горизонта и горизонт В отмечалось обилие червоточин и ходов животных. Так же в почвенном профиле под лесной полосой отмечались гумусовые затеки по корням деревьев. Линия вскипания от 10% HCl была значительно ниже, чем на межполосном пространстве.

Таблица. – Плотность почвы изучаемых сельскохозяйственных угодий

Слой почвы, см	Плотность, г/см ³	
	Лесная полоса	Пашня на удалении 4Н
0-5	0,78±0,12	0,94±0,04
5-10	0,86±0,05	1,04±0,01
10-15	0,88±0,05	1,04±0,01
15-20	0,86±0,04	1,22±0,00
20-25	0,81±0,10	1,19±0,01
25-30	0,89±0,00	1,29±0,09
30-35	0,84±0,03	1,26±0,03
35-40	1,01±0,04	1,25±0,05
40-45	1,00±0,03	1,24±0,03
45-50	1,02±0,00	1,23±0,02
50-55	1,05±0,01	1,17±0,02
55-60	1,05±0,01	1,15±0,01
60-65	1,09±0,01	1,15±0,02
65-70	0,94±0,02	1,14±0,02
70-75	0,87±0,22	1,15±0,01
75-80	1,04±0,02	1,15±0,02
80-85	1,06±0,02	1,17±0,00
85-90	0,96±0,17	1,21±0,02
90-95	1,07±0,07	1,20±0,01
95-100	1,05±0,02	1,23±0,03

Анализ данных таблицы показал, что плотность сложения почвы в изучаемом профиле (0-100 см) сельскохозяйственных угодий изменялась в пределах 0,78-1,29 г/см³, переуплотнение почвы отмечено в слое 20-50 см, на месте так называемой плужной подошвы, образовавшейся при использовании этих угодий под пашню (из-за постоянного использования дискатора в качестве основного орудия по обработке почвы на протяжении более 10 лет).

На пахотных почвах хорошо выделяется подплужная подошва на глубине 20-30 см. затем после 50 см плотность почвы снижается.

Влажность почвы в лесной полосе незначительно отличалась от влажности почвы на пашне и изменялась в диапазоне от 28±0,7% до 35±0,9% с посте-

пенным увеличением вниз по профилю почвы.

Физические свойства черноземов опытного участка вполне благоприятны для сельскохозяйственных культур. Плотность сложения почвы в весенний период являлась оптимальной для развития корневой системы растений, что положительно сказывается на корневом питании, росте и развитии растений. Однако, плотность почвы на пашне существенно выше, чем в лесной полосе.

Библиографический список

1. Верин А.Ю., Медведев И.Ф., Губарев Д.И., Деревягин С.С., Графов В.П. Влияние лесной полосы на формирование экологических факторов агроландшафта // Аграрный журнал. – 2018. – № 12. – С.12-15.
2. Тимерьянов А.Ш. Лесная мелиорация. СПб: «Лань», 2014. – 158 с.
3. Подлесных И.В., Зарудная Т.Я. Изменение твердости почвы в зоне влияния лесной полосы в период вегетации озимой пшеницы // Экология и мелиорация: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2017. – С.162-165.
4. Подлесных И.В., Зарудная Т.Я. Содержание гумуса в зоне влияния лесной полосы // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сборник докладов Курского отделения об-ва почвоведов имени В.В. Докучаева. Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – С.294-296.
5. Патент на изобретение 2657555 Почвенный бур-пробоотборник. Вытовтов В.А., Сухановский Ю.П., Прущик А.В., Салимгареева О.А., 2018. – Б.И. № 31.

УДК 631.31: 631.431.1

ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ ПОД БЕССМЕННЫМИ ПОСЕВАМИ

Прущик И.А.

ФГБНУ «Курский ФАНЦ», г. Курск

E-mail: kursk.iva@inbox.ru

Резюме. В статье представлены исследования плотности почвы под бессменными посевами. Показано увеличение плотности почвы в слое 0-15 см по всем культурам с безотвальной обработкой.

Ключевые слова: бессменные посевы, плотность почвы; обработка почвы

The article presents studies of soil density under permanent crops. Increase of soil density in layer 0-15 cm for all crops with soil cultivation is shown.

Key words: permanent crops, density soil, soil cultivation

Плотность почвы является одной из важнейших ее характеристик. В настоящее время практическое ее регулирование возможно при воздействии на почву различных рабочих органов, что придает вопросам познание способов обработки почвы особое значение. Поэтому весьма актуальным является изучение динамики плотности почвы в зависимости от способов обработки. Эта актуальность все больше усиливается в условиях существующей в настоящее время тенденции применения энергосберегающих технологий, основой которых является снижение воздействия почвообрабатывающих орудий на почву. [1,2,3]. По данным авторов [2] повышения плотности почвы после распашки целинных земель происходят не только из-за механического разрушения

структуры почвы, давления колес техники на почву. Большую роль играют интенсивные процессы минерализации и дегумификации органического вещества вследствие распашки целины. Резкое снижение гумуса отмечается в первое десятилетие после освоения целинных земель, затем его уменьшение замедляется и стремится к равновесному состоянию.

Цель исследования – изучить плотность почвы под разными сельскохозяйственными культурами при их постоянном возделывании на одном участке поля (без севооборота).

Исследования проводились на многофакторном полевом опыте ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Медвенский район, Курская область) в августе 2019 года на блоке 3 с бессменными посевами на вариантах с отвальной и безотвальной обработкой почвы по зерновым культурам, многолетним травам, сахарной свекле и на паровом поле. Опытные участки расположены на склоне северной экспозиции. Почва – чернозём типичный тяжелосуглинистый слабосмытый.

Отбор образцов для определения влажности и плотности почвы проводили почвенным буром-пробоотборником [4] на глубину до 50 см, послойно через каждые 5 см в пятикратной повторности. Отбор образцов проводился после уборки зерновых культур по стерне, в рядках между растениями кукурузы и сахарной свеклы. Почву отбирали на каждой культуре по двум вариантам обработки (отвальная и безотвальная). Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Плотность рассчитывали с учётом влажности почвы для каждой пробы по приведённому объёму стакана бура-пробоотборника.

Рисунок 1 – Плотность почвы в слое 0-15 см под сельскохозяйственными культурами: 1) пар; 2) озимая пшеница; 3) ячмень; 4) многолетние травы; 5) сахарная свёкла.

Рисунок 2. – Влажность почвы в слое 0-15 см под сельскохозяйственными культурами: 1) пар; 2) озимая пшеница; 3) ячмень; 4) многолетние травы; 5) сахарная свёкла

Анализ полученных данных (рис.1, рис.2) показал, что плотность почвы под одной культурой с различными обработками (отвальная и безотвальная) отличается для всех изучаемых вариантов, при этом влажность почвы в этом же слое отличалась незначительно между культурами. Под всеми культурами на почве с безотвальной обработкой в слое 0-15 см плотность почвы выше, чем на вариантах с отвальной обработкой почвы. Для слоя почвы 15-50 см отмечается повышение плотности почвы под всеми культурами. Так, под зерновыми культурами плотность почвы составляет $1,3 \text{ г/см}^3$. Под пропашными культурами – $1,4-1,5 \text{ г/см}^3$. Под многолетними травами – $1,2-1,3 \text{ г/см}^3$. На паровом поле – $1,3 \text{ г/см}^3$. Увеличение плотности почвы под многолетними травами и озимой пшеницей происходят за счет уменьшения пор аэрации и преобладания пор занятых водой.

Спрогнозировать уплотнение почвы достаточно сложно, т.к. почва состоит из горизонтов, отличающихся по физическим и химическим свойствам. Из полученных данных, видим о повышении плотности почвы при плоскорезной обработке почвы в слое до 15 см. Эти данные получены на полях, где не применяется севооборот, следовательно, показано влияние возделывания (в частности, основной обработки почвы) определенной сельскохозяйственной культуры на плотность почвы.

Библиографический список

1. Бушнев А.С. Изменение плотности почвы в севообороте с масличными культурами при различных системах основной обработки почвы // Масличные культуры: НТБ ВНИИ масличных культур, 2013. – Вып. 1. – С.153-154.
2. Кузнецова И.В. Изменение физического состояния черноземов типичных и выщелоченных Курской области за 40 лет // Почвоведение. 2013. – № 4. – С.434-441.
3. Рыков В.Б., Камбулов С.И., Камбулов И.А., Ридный С.Д., Колесник В. В., Дёмина Е.Б. Изменение плотности почвы при различных технологиях обработки почвы. // Вестник АПК Ставрополья. – 2016. – № 1(21). – С. 38-43.
4. Патент на изобретение 2657555 Почвенный бур-пробоотборник. Вытовтов В.А., Сухановский Ю.П., Прущик А.В., Салимгареева О.А., 2018. – Б.И. № 31.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЯМОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ НА ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ

Русу А.П.

Институт почвоведения, агрохимии и охраны почв имени Н.А. Димо, Кишинэу

E-mail: rusuap@gmail.com

Резюме. В полевом опыте на черноземе обыкновенном продемонстрирована возможность заблаговременного внесения соломы только с частичной компенсацией недостающего до оптимального соотношения азота или, вовсе, без добавления азота. Однако, комбинирование соломы с азотными туками, привело к синергетическому взаимодействию между ними и повышению урожайности в два-пять раз в сравнение с применением одной соломы.

Ключевые слова: солома, удобрение, урожай, чернозем обыкновенный.

Summary. In the experimental field on the ordinary chernozem, the possibility of advance straw introduction only with partial nitrogen compensation to the optimal ratio, or, at all, without adding nitrogen was demonstrated. However, the combination of straw with nitrogen fertilizers led to a synergistic interaction between them and to the crop productivity increases by two - five times in comparison with the use only the straw.

Key words: straw, fertilizer, harvest, ordinary chernozem.

Введение. В пахотных почвах Республики Молдова сильно нарушен баланс органического вещества по причине все меньшего его поступления в почву и существенного отчуждения из неё биофильных элементов. Существует множество исследований и рекомендаций, которые описывают эффективные способы компенсации этих дисбалансов [Шкарда, 1985; Васильев, Филиппова, 1988; Попов и др. 1988]. Для этого используется навоз, торф, различные компосты. В существующих исследованиях и рекомендациях меньше внимания уделяется возвращению в почву излишков соломы и других частей растений с низкой экономической ценностью.

Ранее, по большей части, солома использовалась в качестве подстилки или кормовых добавок, а затем возвращалась в почву в форме навоза. Но после аграрной реформы девяностых годов между растениеводством и животноводством произошел катастрофический разрыв. Сейчас более 90 процентов скота страны содержится в подворьях сельского населения, где отсутствуют технические возможности и финансовые ресурсы для оплаты, заготовки, сбора и транспортировки соломы. А земельные квоты сельчан объединены в ассоциации (ООО). Абсолютное большинство таких хозяйств специализированы на выращивании растений. Как правило, они не имеют животноводческого сектора и не нуждаются в соломе.

До недавнего времени, для высвобождения полей, солома повально сжигалась. Сейчас таким способом уничтожается меньше соломы, так как часть её закупается для производства пеллет и других видов топлива. Однако, поскольку в стране больше четверти обрабатываемой площади занята колосовыми культурами, ежегодно образуются множество соломы. Конечно, это обилие органических веществ должно быть возвращено в почву.

В статье описывается многолетний опыт по испытанию различных прие-

мов прямого внесения соломы в качестве удобрения. В качестве гипотезы для составления схемы полевого опыта выдвигалось предположение, что на черноземных почвах солому можно вносить и с частичной компенсацией, недостающего до оптимального соотношения $C : N$, азота в соломе. Среди типов почв, черноземы имеют самую большую нитрификационную способность, вырабатывая за сезон до 100 кг/га нитратного азота только в пахотном слое. Таким образом, необходимо обосновать возможность более широкого применения излишков соломы для поддержания плодородия почв, в том числе и для малообеспеченных земледельцев.

Место и методика исследований. Полевой опыт был заложен в 2009 году на опытной станции Института почвоведения, агрохимии и охраны почвы им. Н.А. Димо в селе Урсоая Кахулского района Молдовы. Почва – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый слабосмытый. Исследования проводились в севообороте со следующим чередованием культур: пшеница-кукуруза-кукуруза или ячмень-подсолнечник-ячмень-горох. Солома вносилась в чистом виде, отдельно (без удобрений) и совместно с другими удобрениями в четырехкратной повторности (табл.). Все испытываемые материалы вносились один раз в четыре года – в 2009, 2013 и 2017 годах. Неизмельченная солома, выгруженная из копнителя комбайна, взвешивалась согласно схеме опыта и распределялась вручную на делянки участка площадью 120 м². Другие, испытываемые с соломой, удобрения накладывались равномерно на солому один раз для четырех лет. Заделка и перемешивание удобрений с верхним слоем почвы осуществлялось тремя проходами тяжелой дисковой бороной.

Результаты и обсуждение. Основным показателем эффективности удобрений является уровень урожая. Как видно из таблицы, все испытанные способы применения соломы обеспечили повышение продуктивности культур. Включая и варианты, в которых солома испытывалась отдельно, без других удобрений. В варианте № 2, солома 4 т/га, среднегодовой прирост урожая за десять лет составил 87 кг/га зерновых единиц. Однако в отдельные годы (2010, 2012, 2013 и 2015) на данном варианте высота урожая была на 1-3 % ниже контроля или уровень с ним.

На варианте № 5, где соломы вносилось в два раза больше, среднегодовая прибавка урожая возделываемых культур составила 349 кг/га зерновых единиц. Хотя ожидали, что продуктивность культур здесь понизится по сравнению с вариантом № 4, однако, в опыте получилось наоборот. Несмотря на то, что рассматриваемые величины урожайности находятся в пределах ошибки опыта, они представляют своеобразное любопытство и напрашивается их интерпретация.

Из литературы известно, что на относительно бедных почвах (подзолистые и лесные), удобрение одной соломой приводит к снижению урожая, особенно в первый год действия [Попов и др., 1988; Сорокин и др., 2004]. В проведенном нами опыте на черноземной почве солома воздействовала наоборот или, во всяком случае, более мягко. Правда, и прибавки урожая на этих делянках, удобренных одной соломой, статистически незначительны; 2 % на вари-

анте № 2 и 9 % на варианте № 5 от массы урожая на контрольном варианте. Приведенные результаты дают основание предложить использование излишков соломы на черноземных почвах и без дополнения к ним азотных удобрений. Тем более, если отсутствуют финансовые средства для их приобретения.

Таблица – Влияние различных приемов удобрения соломой на продуктивность полевых культур в 2010-2019 годах, кг/га з.е.

Вариант опыта	Средне- годовой урожай	Средне- годовая при- бавка урожая	Удельная прибавка урожая (кг) на		Синергетиче- ская прибавка от сочетания удобрений	
			1 тонну соломы	1 кг д. в. мин. удоб- рений	кг/га	%
1. Контроль	3571	–	–	–	–	–
2. Солома 4 т/га	3658	87	7	–	–	–
3. Солома 4 т/га + N ₂₀ P ₂₀	3979	408	34	3,4	71	17
4. Солома 8 т/га + N ₂₀ P ₂₀	4229	658	27	5,5	59	9
5. Солома 8 т/га	3920	349	15	–	–	–
6. N ₂₀ P ₂₀	3821	250	–	2,1	–	–
7. N ₁₇₀ P ₁₈₀	4014	443	–	0,4	–	–
8. Солома 4 т/га + N ₁₄₀ P ₁₇₅	4494	923	77	1,1	393	43
9. Солома 4 т + навоз 16 т/га	4613	1042	22	–	161	15
10. Навоз 20 т/га	4563	992	17	–	–	–
<i>НСР₀₅, кг</i>	<i>394</i>	<i>394</i>	–	–	–	–
<i>Sx, %</i>	<i>16,9</i>	<i>16,9</i>	–	–	–	–

Конечно, в хозяйствах, где есть удобрения, они должны быть добавлены к соломе. Комбинируя солому с азотными туками, повышается эффект двух типов удобрений. Если в почве участков, с применением только соломы (варианты № 2 и № 5), удельный среднегодовой прирост составил 7 и 15 кг/т зерновых единиц, то в вариантах № 3 и № 4, где солома была дополнена N₂₀P₂₀, удельное увеличение урожая на 1 тонну соломы составило 27 и 34 кг зерновых единиц. Следовательно, при добавлении минеральных удобрений к соломе, прибавка урожая повысилась в два – пять раз.

При этом, не только минеральные удобрения увеличивали полезность действия соломы, но и солома повысила эффективность минеральных удобрений. К примеру, на варианте № 6, N₂₀P₂₀, удельная среднегодовая прибавка урожая от одного килограмма действующего вещества минеральных удобрений равнялась 2,1 кг зерна. А на варианте № 3, солома 4 т/га + N₂₀P₂₀, данный показатель был в 1,6 раз выше и насчитывал 3,4 кг условных зерновых единиц. Аналогичную последовательность наблюдали и при удвоении дозы соломы. На варианте № 4, солома 8 т/га + N₂₀P₂₀, каждый килограмм действующего вещества минерального удобрения окупился 5,5 килограммами условных зерновых единиц. В этом случае прибавка от минеральных удобрений была в 2,6

раза выше, чем от одних минеральных удобрений (5,5 / 2,1).

Определенное любопытство вызывает разница в урожаях на этих вариантах. По установившимся правилам, из-за поглощения соломой азота, чем больше её вносится, тем меньше урожай [Деревягин, 1987; Туев, 1989]. В нашем опыте, если судить по среднегодовой прибавке урожая, получили эффект, противоречащий вышеизложенному принципу. На делянках, удобренных 8 т/га соломой прирост урожая был на 1,6-2,1 раза выше, чем на участках с 4 т/га соломы. Если следовать изложенному правилу, встает вопрос, откуда взялось больше азота в почве удобренной двойной дозой соломы? Ведь растения здесь развивались лучше и образовали больший урожай.

В поиске ответа на возникший вопрос полагаем, что из факторов жизнеобеспечения не азот был ограничивающей причиной развития растений а, по-видимому, уплотнение почвы. Ведь при заделке в почву большего объема соломы на варианте № 4, солома 8 т/га + N₂₀P₂₀, создались лучшие условия для развития растений. Почва стала более рыхлой и этим создались более благоприятные условия для разложения азотосодержащих веществ и более полного обеспечения растений этим элементом.

Действительно, на варианте № 4 плотность почвы в слое 0-20 см снизилась в сравнение с контролем с 1,22 г до 1,18 г/см³ [Bulat, Rusu, Plămădeală, 2013]. Другими словами, под воздействием соломы каждый кубический метр почвы из этого слоя стал на 40 кг легче. А это значит, что почва тут стала на 34 дм³ более вместительной для воздуха и воды (1000*40/1180). Как раз эти условия ускоряют разложение органических веществ, в том числе и азотсодержащих, обеспечивая растения большим количеством данного элемента.

В контексте сказанного, отобразим подробнее феномен взаимодействия соломы с химическими удобрениями. На варианте № 2, солома 4 т/га, за исследуемый период среднегодовая прибавка урожая была на уровне 87 кг/га зерновых единиц. Вариант № 6, N₂₀P₂₀, имел прирост зерна в 250 кг/га. А в варианте № 3, где эти два вида удобрений были объединены вместе, среднегодовой прирост составил 408 кг/га условных зерновых единиц. Отсюда следует, что на варианте № 3 увеличение урожайности было на 71 кг/га или на 17 % больше, чем сумма от тех же самых удобрений, примененных отдельно [408-(87+250)].

В природе это явление называется синергизмом и означает совместное действие нескольких факторов. Конечный эффект этого действия больше, чем действие каждого из факторов, взятых отдельно. На варианте № 4, солома 8 т/га + N₂₀P₂₀, синергетический прирост урожая составил 59 кг/га или 9 %. И в варианте № 8, солома 4 т/га + N₁₄₀P₁₇₅, отслеживаемый показатель составил 393 кг/га зерновых единиц или 43 % от общего прироста. Чем выше доза удобрения, тем более внушительной становилось синергетическое увеличение урожая.

На вариантах, удобренных только минеральными удобрениями, N₂₀P₂₀ и N₁₇₀P₁₈₀, которые вносились одновременно с соломой один раз в четыре года, удельная среднегодовая прибавка урожая на 1 кг действующего вещества

удобрения составило соответственно 2,1 кг и 0,4 кг зерновых единиц. Приведенные результаты по этим двум вариантам подводят к заключению, что более правильно рассуждать о влиянии удобрений не по общей прибавке урожая от применяемого приема, а по удельной прибавке на единицу удобрения. В подтверждение сказанного напомним, что среднегодовая прибавка урожая на варианте $N_{20}P_{20}$ равнялась 250 кг/га условных зерновых единиц, а на варианте, удобренном этими же удобрениями в дозе $N_{170}P_{180}$, прибавка повысилась до 443 кг/га в год. Как будто, все логично, правильно и объяснимо. Повысили дозу удобрения, – возросла и прибавка урожая. Если же считать прибавку от единицы внесенного удобрения получается противоположный результат. В самом деле, на варианте $N_{20}P_{20}$ прибавка зерна от килограмма действующего вещества удобрений равнялась 2,1 кг условных зерновых единиц. На варианте же удобренном $N_{170}P_{180}$, один килограмм внесенных удобрений окупился 0,4 кг зерна.

Выводы. 1. На обыкновенном черноземе в условиях Республики Молдова применение одной соломы, без других удобрений, в дозах 4 т и 8 т/га не оказало угнетающее действие на развитие растений. Наоборот, солома в некоторой степени повысила урожайность полевых культур на 2-9 %. В хозяйствах, где недостаточно или отсутствуют азотные удобрения, излишки соломы можно оставить в стерне в качестве удобрения и без добавления этого элемента.

2. Конечно, в хозяйствах, где есть удобрения, они должны быть добавлены к соломе. Комбинирование соломы с азотными туками, привело к синергетическому взаимодействию между ними и повышению урожайности в два-пять раз по сравнению с применением одной соломы. При этом не только минеральные удобрения увеличивали полезность действия соломы, но и солома повысила эффективность минеральных удобрений.

3. Проведенное исследование привело к заключению, что более правильно рассуждать о влиянии удобрений на урожай не по общей прибавке урожая от применяемого приема, а по удельной прибавке на единицу внесенного удобрения.

Библиографический список

1. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. – Изд. 2-е. – М.: Росагропромиздат, 1988. – С. 216. ISBN 5-260-00453-1.
2. Деревягин В.А. Практическое руководство по использованию соломы на удобрение. – М.: ВНИИПТИОУ, 1987. – С. 10-11.
3. Попов П.Д. и др. Органические удобрения: справочник. М.: Агропромиздат, 1988. – С. 98. ISBN 5-10-000473-8.
4. Сорокин И.Б. и др. Применение соломы зерновых культур на удобрение в Томской области: рекомендации. Томск: ГНУ СибНИИТ СО РАНХ, 2004. – С. 3-9. [Электронный ресурс]. URL: http://www.sibniit.tomsknet.ru/files/articles/straw_application.pdf (дата обращения: 15.03.2020).
5. Туев Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 120-136.
6. Bulat Ludmila., Rusu A., Plămădeală V. Fertilizarea cu paie nefermentate ca remediu de ameliorare a însușirilor agrofizice ale cernoziomului obișnuit slab erodat. // Cernoziomurile Moldovei - evoluția, protecția și restabilirea fertilității. – Chișinău: Lexon prim, 2013. – Pp.101-104.

УДК 631.4

О КАРБОНАТНОМ ПРОФИЛЕ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ КОНТУРНО-МЕЛИОРАТИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Салимгареева О.А., Ковалева Н.О.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

E-mail: tavtava@yandex.ru

Резюме. Исследования, проведенные на черноземных пахотных почвах антропогенно-преобразованных экосистем при контурно-мелиоративном земледелии в Курской области, показали, что в автоморфных позициях как на водосборе с лесополосами (ЛП), так и на контроле черноземы типичные обладают сходными карбонатными профилями.

Установлено, что исследование субмикроморфологии карбонатных новообразований позволяет диагностировать процессы выщелачивания и вторичной карбонатизации.

Ключевые слова: черноземы, карбонатизация, выщелачивание, карбонатные новообразования.

Введение. Исключительное плодородие черноземов основывается как на богатстве гумусом, так и на оптимальном карбонатном состоянии, которое претерпевает значительные изменения и в целинных условиях при изменении климата, и при воздействии сельского хозяйства на почвы [2, 5].

Карбонатный профиль характеризуют: глубина и характер вскипания карбонатов; содержание карбонатов и его изменение по профилю почвы; макро-, микростроение карбонатных новообразований и последовательность их присутствия в профиле.

Еще Е.А. Афанасьева в 70-е годы прошлого века отмечала, что по распределению карбонатов в почве старопахотные мощные типичные черноземы Средне-Русской возвышенности приобрели черты сходства с мицеллярными черноземами более теплых провинций [2]. С.В. Овечкин, Г.С. Базыкина в 2007-2009 гг. обнаружили изменения карбонатных профилей черноземов целинных и пахотных Курской области по сравнению с их состоянием в середине 1970 годов по причине увеличения влажности трехметровой толщи изучаемых черноземов [5].

Предотвращение антропогенной деградации черноземов – одна из самых актуальных задач на сегодняшний день. В 1982 году в Медвенском районе Курской области близ хутора Черниченские дворы на территории ОПХ ВНИИЗ и ЗПЭ был заложен опыт по контурно-мелиоративному земледелию (КМЗ) в целях исследования эффективности применения такой системы земледелия для защиты почв от эрозии при сельскохозяйственном производстве [6].

По данным ВНИИЗ и ЗПЭ установлено, что с 1986 г. по 2000 г. происходит снижение смыва почвы и повышение урожайности сельскохозяйственных культур за счет оптимизации водного режима на участках с контурно-мелиоративной организацией территории [4].

Целью работы явилась оценка особенностей карбонатного профиля черноземных почв при изменении гидротермического режима в антропогенно-преобразованных экосистемах при контурно-мелиоративном земледелии.

Объекты и методы. Объектами исследования явились черноземы типичные пахотные среднемощные тяжелосуглинистые на лессовидных суглинках (разрез 1, 3, 4; далее черноземы типичные) и лугово-черноземная почва пахотная тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках (разрез 2; далее лугово-черноземная почва) опыта «Курского ФАНЦ». В середине сентября 2019 года после длительного засушливого периода были заложены разрезы на склоне западной экспозиции контрольного водосбора: на плакоре разрез 1 (N 51.521180E 036.042832) и на средней части склона разрез 2 (N 51.522187 E 36.037226). На водосборе, на котором через 216 м посажены узкие 2-х рядные стокорегулирующие ЛП с канавами между рядами деревьев глубиной 1,5 м, был заложен разрез 3 на плакоре (N 51.5103270 E 036.0413990) и разрез 4 в средней части склона западной экспозиции на равном расстоянии (108 м) от ЛП (N 51.510756 E 36.033517).

В полевых условиях проведено подробное морфологическое описание почв, в лаборатории определены следующие свойства: содержание карбонатов волюметрическим методом, актуальная кислотность водной суспензии потенциометрическим методом [1], микроморфологическое описание почвенных шлифов. Особенности микростроения на суб-микроуровне были изучены при помощи сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) JEOL jsm 6060 A факультета почвоведения.

Результаты и обсуждение. Морфологическое строение исследуемых черноземов автоморфных позиций соответствует черноземам типичным и характеризуется для гумусового горизонта многопорядковой комковато-зернистой структурой, губчатым микросложением, мюллевым гумусом, равномерно пропитывающем всю массу, обилием капролитов. Эти же признаки свойственны микростроению гумусово-аккумулятивного горизонта чернозема типичного средней части склона участка опыта с ЛП. На контрольном водосборе в средней части склона был вскрыт разрез (№2) лугово-черноземной почвы с некоторыми признаками гидроморфизма: растянутый гумусовый профиль, в верхних горизонтах встречаются железистые хлопья, недифференцированные и единичные концентрические мелкие Fe конкреции. Все профили характеризуются хорошо выраженной зоогенной переработкой.

При исследовании шлифов всех почвенных горизонтов выявлено отсутствие оптически ориентированных глин, что позволяет сделать вывод о общей стабильности профиля даже в случае гидроморфных позиций.

В исследованных почвах выявлено большое разнообразие новообразований, формирующих карбонатный профиль (таблица).

Таблица – Морфологические особенности профиля исследуемых черноземных почв (%)

Генетические горизонты	Разрезы на контрольном водосборе		Разрезы на водосборе с ЛП	
	№1 на плакоре Чернозем типичный	№2 на склоне лугово-черноземная почва	№3 на плакоре Чернозем типичный	№4 на склоне Чернозем типичный
Нижняя граница АВ, см	65-80	70	74-77	75-80
Глубина вскипания, см	75-80	38	74-76	76
АВ (к)	П (+)	П (+), Л (+),	П (+)	-
Вк	П (++) , Т (++)	П (++) , Л (++++), Т (+)	П (++) , Т (++)	П (+), Т (+)
Вск	П(+++), Т (++) Л(+)	П(++), Т (+), Л (++)	П(+++), Т(++), Л(+)	П(+++), Т(++), Л(+)
Ск	П(+++), Т (+), Л(+), Ж(+)	П(++), Т (+), Л(+)	П(+++), Т (+), Л(+), Ж(+)	П(++), Т (+), Л(+)

Аккумуляции карбонатов в виде: микрита в карбонатной плазме– П; трубочки, сложенные зернами спарита- Т; скоплений люблинита- Л; журавчиков – Ж.

Степень проявления в толще горизонта: + единичные; ++ встречаются; +++ обилие.

По результатам определения содержания карбонатов установлено, что верхние горизонты черноземов типичных Ап и А не имеют карбонатов. В лугово-черноземной почве локально уже в горизонте А встречаются следовые количества карбонатов до 1% (рис. 1, а)). Кислотность корнеобитаемой толщи всех исследованных почв близка к нейтральной и благоприятна для выращивания сельскохозяйственных культур. Для пахотных горизонтов автоморфных черноземов наблюдается выщелачивание карбонатов и небольшое подкисление почвенной среды – рН водной суспензии около 6,5, более значительное для склоновых почв – до 6,0 (рис. 1, b)).

Рисунок 1 – Некоторые химические характеристики исследуемых черноземных почв:

а) содержание карбонатов в % на 100 г почвы; б) актуальная кислотность, рН

Глубина вскипания – весьма динамичный показатель, зависящий как от времени года, так и от погодных условий. В период наблюдений в начале осени 2019 года в черноземах типичных она соответствовала переходу от гумусово-аккумулятивной толщи к иллювиально-карбонатному горизонту и совпадала с началом появления видимых форм карбонатных новообразований.

Черноземы автоморфных позиций характеризуются сходным распределе-

нием по глубине содержания карбонатов и соответственно реакции почвенной среды (рис. 1). При всем разнообразии проявления карбонатов в черноземах типичных, представленных на плакоре контрольного водосбора и водосбора с ЛП набор форм новообразований сходен для соответствующих горизонтов и несколько меняется с глубиной в обоих случаях (таблица). Жилки-трубочки, сложенные относительно крупными зернами кальцита (спарита) обнаружимы в иллювиально-карбонатных горизонтах уже в полевых условиях, под биноклем рассмотрены зерна и их взаимное расположение, а при помощи СЭМ на основании данных об особенностях строения и корродированности минеральных зерен, сделаны выводы о активных процессах выщелачивания (рис. 2, b)).

Рисунок 2 – Фото СЭМ

a) скопления люблинита, сцементированные криптокристаллическим тонкоигльчатый кальцитом – АВк разрез 2; корродированные крупные зерна спарита: b) – Вк разрез1, c)-d) – с вторичными карбонатами ВСк разрез 2.

При сравнении черноземов типичных на плакоре и в средней части склона водосбора с ЛП выявлено, что в склоновых почвах в большей степени проявляются процессы выщелачивания карбонатов (рис. 1,a)). Отмечено, как уменьшение содержания карбонатов по всему профилю, так и количества карбонатных трубочек и меньшая целостность зерен спарита в горизонте Вк.

В нижней части профиля, в горизонтах ВСк, Ск черноземов типичных встречаются удлиненные кристаллы люблинита, аналогичные описанным М.И. Герасимовой с соавт. в черноземе типичном Курской биосферной станции ИГ РАН [3], которые соответствуют миграционным формам, формирую-

щимся из восходящих потоков растворов низкой концентрации, и характерны для черноземов типичных Средне-Русской возвышенности.

В профиле лугово-черноземной почвы (разрез 2) обнаружено обилие миграционных форм карбонатных новообразований, представленных начиная с горизонта АВ в виде выпотов, псевдомицеля, налетов, карбонатных псевдокутан, местами обильных, напоминающих войлок, состоящих в основном из скоплений люблинита (рис. 2, а)), что обусловлено подтягиванием вместе с влагой из зоны капиллярной каймы. Установлено, что в местах наибольшего скопления кристаллы люблинита склеены, либо погружены в карбонатную массу, состоящую из криптокристаллического кальцита тонкоигольчатой формы, толщиной около 0,1 мкм, длиной 3-5 мкм.

Содержание карбонатов в лугово-черноземной почве по профилю меньше по сравнению с черноземами типичными автоморфных позиций и более плавно увеличивается с глубиной (рис.1, а)).

Наиболее наглядно процессы выщелачивания проявляются в разрушении зерен спарита, слагающих карбонатные трубки, представленные в небольшом количестве в порах каналах по профилю разреза 2 (табл. 1). Выявлено, что процессы вторичной карбонатизации в лугово-черноземной почве проявляются отложением на поверхности некоторых зерен спарита аккумуляций тонкоигольчатого криптокристаллического кальцита и микрокристаллического кальцита клиновидной формы (рис. 2, d)).

Таким образом, установлено, что в автоморфных позициях черноземы типичные как на водосборе с лесополосами (ЛП), так и на контроле обладают сходными карбонатными профилями. В черноземе типичном средней части склона водосбора с ЛП при сравнении с черноземом на плакоре отмечено, как уменьшение содержания карбонатов по всему профилю, так и количества видимых новообразований в горизонте Вк.

Работа выполнена в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве с ФБГНУ «Курский ФАНЦ». Благодарим сотрудников Лаборатории защиты почв от эрозии за оказанную помощь.

Библиографический список

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М., Изд. МГУ, 1970.
2. Афанасьева Е.А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. М.: Наука, 1966. – 224 с.
3. Герасимова М.И., Бронникова М.А., Хитров Н.Б., Шоркунов И.Г. Опыт иерархического морфогенетического анализа курского чернозема // Морфология почв от макро- до субмикроуровня. – 2016. – С. 85-100
4. Здоровцов И.П. Влияние почвоводоохранного земледелия на эрозионно-гидрологические процессы и продуктивность агроландшафтов в ЦЧР: Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии – 2012. – № 7. – С. 53-54
5. Овечкин С.В., Базыкина Г.С. Карбонатный профиль и режим влажности миграционно-мицелярных черноземов разных экосистем Курской области // Почвоведение. – 2011. – № 12. – С. 1475-1486
6. <http://vniizem.kurskfarc.ru/polevye-opyty?task=view&id=57>

ВЫНОС ЦИНКА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Санжаров А.И.¹, Вытовтов В.А.², Прущик А.В.²

¹ФГБНУ «ВНИИ радиологии и агроэкологии», г. Обнинск

²ФГБНУ «Курский ФАНЦ», г. Курск

E-mail: ais_55@mail.ru

Резюме. Представлены результаты дождевания дерново-подзолистой почвы с внесением разных доз цинка. Полученные данные можно использовать для расчетов потерь при естественных дождях.

Ключевые слова: тяжелые металлы, цинк, метод дождевания

Summary. The results of rainfall simulator of sod-podzolic soil with introduction of different doses of zinc are presented. The resulting data can be used to calculate losses in natural rainfalls.

Key words: heavy metals, zinc, rainfall simulator method.

Одним из видов деградации почвы является загрязнение химическими веществами, в частности – тяжёлыми металлами. Установлено, что тяжёлые металлы из почвы способны передаваться по экологическим и пищевым цепям в другие среды (грунтовые и поверхностные воды, живые организмы) [1]. Источники загрязнения почв могут быть случайными (например, в случае выщелачивания свалок, в результате выпадения кислотных/щелочных дождей) или же осознанно внесенными человеком (например, при внесении в почву минеральных удобрений) [1,2]. В результате загрязнения меняется химический состав почвы, ухудшается её качество, и как следствие почва становится вторичным источником загрязнения соприкасающихся сред. [3].

Целью работы было оценить возможность использования дождевальной установки для изучения выноса из загрязненной цинком почвы тяжелых металлов со стоком.

Для проведения экспериментов были сформированы 3 искусственных почвенных образца. Почва – дерново-подзолистая супесчаная окультуренная почва, отобранная из пахотного горизонта в Жуковском районе Калужской области. В качестве контроля использовали почву без внесения цинка. Во 2-й и 3-й варианты в почву вносили Zn (водный раствор нитрата) в количестве 100 мг/кг. В 3-м варианте почва с растительными остатками.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом, плотность по весу почвы и объему цилиндра-площадки, пересчитывая на воздушно-сухую почву. Уклон почвы на всех стоковых площадках формировался механически при усилии в 300 кг. Механический способ формирования уклона площадки позволяет исключить погрешности, полученный при формировании вручную. Уклон для всех вариантов составил 5 градусов.

Дождевания стоковых площадок проводили с помощью портативно лабораторно-полевой дождевальной установки, конструкция которой защищена патентом на изобретение [4]. Эксперимент проводили по методике дождевания, разработанной авторским коллективом ФГБНУ «Курский ФАНЦ» [5]. Интенсивность дождевания определялась перед дождевание почвенного об-

разца и сразу же после него. В среднем интенсивность дождевания изменяется в пределах 3%.

Концентрацию исследуемого микроэлемента – Zn определяли методом ICP-OES на приборе Liberty II на базе ФГБНУ «ВНИИРАЭ».

Статистическую обработку данных производили средствами пакета Microsoft Office Excel.

Дождевание образцов проводили при контрастной температуре. Первую серию дождеваний проводили при температуре воздуха $+0,5^{\circ}\text{C}$, воды и почвы – $+1^{\circ}\text{C}$. Влажность почвы для 3 вариантов была одинаковая и составила $22\pm 0,5\%$ при плотности почвы $1,21\pm 0,03 \text{ г/см}^3$.

Вторую серию дождеваний проводили при температуре воздуха $+19^{\circ}\text{C}$, воды и почвы при $+17^{\circ}\text{C}$. Повторное дождевание одних и тех же образцов проводилось через 5 дней после первого. При этом влажность почвы составила $27\pm 0,3\%$.

На рис. 1 и 2 представлены интенсивность впитывания почвы при 1 и 2 серии дождевания при разной температуре воздуха.

Рисунок 1 – Зависимость интенсивности впитывания от эрозионного индекса дождя AI на контрольном варианте при $T=0,5^{\circ}\text{C}$

Анализируя полученные графики, видим, что на 2 рисунке впитывание быстрее приходит к установившейся величине, что объясняется более высокой влажностью почвы во время проведения второй серии дождевания.

Содержание цинка в стекающей воде в среднем составило $0,0369\pm 0,01 \text{ мг/л}$ по всем изучаемым вариантам в двух сериях дождевания. Концентрация изучаемого вещества не изменялась во время проведения дождевания, т.е. она не зависит от интенсивности стока. Полученные данные можно использовать при расчетах выноса для естественных дождей.

Рисунок 2 – Зависимость интенсивности впитывания от эрозионного индекса дождя AI на контрольном варианте при $T=19^{\circ}\text{C}$

Работа выполнена в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между ФГБНУ «Курский ФАНЦ» и ФГБНУ «ВНИИРАЭ».

Библиографический список

1. Тяжелые металлы в агроценозах: миграция, действие, нормирование / под редакцией чл.-кор. РАН Н.И. Санжаровой, к.б.н. П.Н. Цынгвинцева. Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2019. – 398 с.
2. Дубовик Д.В., Дубовик Е.В. Тяжелые металлы в склоновом агроландшафте. Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – 170 с.
3. Неведоров Н.П., Проценко Е.П., Балабина И.П., Кочуров Б.И., Куликова Е.В. Ресурсный подход к оценке загрязнения почв тяжёлыми металлами и изучению ёмкости геохимических барьеров на примере города Курска // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 1. – С.28-34. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-1-028-034.
4. Вытовтов В.А., Сухановский Ю.П., Прущик А.В. Портативная лабораторно-полевая дождевальная установка // Патент РФ 184625. заявка № 22012145695/13, 03.04.2018, опубликовано 01.11.2018. Б.И. № 31.
5. Сухановский Ю.П., Вытовтов В.А., Соловьева Ю.А., Прущик А.В., Санжарова С.И., Титов А.Г. Методика определения потерь из почвы биогенных веществ с использованием портативной дождевальной установки // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т.30. – №6. – С. 68-71.

АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО ВАЛОВЫМ СБОРАМ И УРОЖАЙНОСТИ ОСНОВНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Санжарова С.И.

ФГБНУ ВНИИРАЭ, г. Обнинск

E-mail: ssi_54@mail.ru

Резюме. Представлен анализ официальной информации Федеральной службы государственной статистики по основным показателям выращивания зерновых культур за многолетний период. Изложены основные экологические проблемы зерносеющих регионов.

Ключевые слова: зерновые культуры, валовой сбор, урожайность

Продовольственной основой в мире являются зерновые культуры, на долю которых приходится примерно половина посевных площадей. В России зерновые культуры занимают около 60 % посевных площадей.

Анализ данных Федеральной службы статистики РФ за период 1990-2019 гг. показывает (рис. 1) значительное сокращение в 90-х гг. прошлого столетия всех посевных площадей (на 33%), под всеми зерновыми – на 27 %, ячменем – на 56 %, при этом площади, занимаемые пшеницей, изменялись незначительно и даже несколько увеличились (на 13 % в 2016-2019 гг.).

Рисунок 1 – Динамика посевных площадей (А) и валовых сборов (Б) зерновых культур в 1990-2019 гг.

В 1990 году вся посевная площадь составляла 117,7 млн. га, в том числе: под зерновые культуры – 63,1, из них пшеница и ячмень соответственно – 24,2 и 13,7 млн. га. На 2019 – соответственно 79,9, 46,7, 28,1 и 8,8 млн. га. Сокращение масштабов сельскохозяйственного производства в 90-х годах было обусловлено глубоким социально-экономическим кризисом, резким сокращением государственных дотаций и пр.

Валовые сборы зерновых культур составили в 1990 г. 116,7млн. т, в 2019 г. – 121,2 (максимум в 2017 г. – 135,4 млн. т), пшеницы 49,6 в 1990 г. и 74, 5

(при макс. в 2017 г. – 86,0) и ячменя – 27,2 в 1990 г. и 20,5 млн. т в 2019 г. Резкие колебания в значениях показателей обусловлены скорее всего неблагоприятными погодными условиями. К примеру, в 2010 году сильная засуха поразила большую часть Европейской территории России и юг Урала, заметными стали потери от засух 2003 и 2012 годов. 2017 год был уникальным с точки зрения погодных условий: хорошая влагообеспеченность в сочетании с комфортными температурами позволили получить рекордный урожай зерна в 135,5 млн т [1].

Несмотря на значительное сокращение посевных площадей, начиная с 2000-х годов наметилась тенденция увеличения валовых сборов зерна, что обусловлено активизацией аграрной деятельности, адаптации хозяйств к условиям рыночной экономики и значительной дифференциации районов по степени этой адаптации и в конечном счете – повышением урожайности. На рис. 2 представлена динамика средней по стране урожайности зерновых культур в сопоставлении с количеством внесенных минеральных удобрений под зерновые культуры в пересчете на 100% питательных веществ в год по стране в целом. Отмечается резкое снижение применения минеральных удобрений с начала 90-х годов, спад урожайности зерновых культур. Однако, эти средние цифры мало о чем говорят.

Рисунок 2 – Динамика средней по стране урожайности зерновых культур и количества внесенных минеральных удобрений

Всего же в целом по стране применение минеральных удобрений уменьшилось с 9, 92 млн. т в 1990 г. год в пересчете на 100 % питательных веществ до 1,13 – в 1999 году (минимальное значение), далее постепенное увеличение до 2,51 млн. т.

Большой интерес вызывает анализ данных в разрезе регионов и на отдельных культурах. Из зерновых культур на первом месте по своему продовольственному значению стоит пшеница, поэтому в первую очередь будем рассматривать динамику озимой и яровой пшеницы. В России главные районы товарного производства озимой пшеницы приурочены к степным и лесостеп-

ным областям умеренного климата (Северный Кавказ, Центрально-Черноземный и правобережная часть Поволжского района). В связи с сильными колебаниями данных, которые обусловлены в первую очередь климатическими условиями, и большим временным периодом (1995-2019 гг.) целесообразно рассматривать динамику средних величин за 5-летний период. К сожалению, данные по озимой и яровой пшенице опубликованы только с 1995 г. В таблице 1 представлены данные по топ 10 регионам – производителям озимой пшеницы.

Таблица 1 – Динамика посевных площадей и валовых сборов и озимой пшеницы (среднегодовые значения)

Регион	1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2019
Ростовская область	$\frac{12649^*}{780}$	$\frac{18073}{967}$	$\frac{38263}{1308}$	$\frac{49597}{1827}$	$\frac{58789}{2078}$	$\frac{96\,944}{2\,454}$
Краснодарский край	$\frac{35010}{1093}$	$\frac{33022}{973}$	$\frac{45919}{1058}$	$\frac{57622}{1203}$	$\frac{69488}{1338}$	$\frac{87\,097}{1\,439}$
Ставропольский край	$\frac{27459}{1152}$	$\frac{25835}{1173}$	$\frac{42499}{1352}$	$\frac{57697}{1668}$	$\frac{58147}{1701}$	$\frac{74\,411}{1\,784}$
Волгоградская область	$\frac{5157}{612}$	$\frac{8086}{589}$	$\frac{18151}{739}$	$\frac{24235}{1164}$	$\frac{19675}{1014}$	$\frac{34\,417}{1\,226}$
Саратовская область	$\frac{4783}{706}$	$\frac{9937}{687}$	$\frac{13217}{696}$	$\frac{14410}{905}$	$\frac{11502}{721}$	$\frac{27\,313}{980}$
Воронежская область	$\frac{4513}{287}$	$\frac{8832}{429}$	$\frac{11472}{450}$	$\frac{13382}{520}$	$\frac{16214}{567}$	$\frac{26\,742}{679}$
Курская область	$\frac{4307}{260}$	$\frac{5796}{296}$	$\frac{6893}{278}$	$\frac{9987}{346}$	$\frac{15337}{447}$	$\frac{22\,584}{487}$
Орловская область	$\frac{2498}{172}$	$\frac{4625}{219}$	$\frac{6831}{249}$	$\frac{8720}{290}$	$\frac{13078}{393}$	$\frac{17\,858}{437}$
Белгородская область	$\frac{2696}{174}$	$\frac{6816}{295}$	$\frac{8277}{285}$	$\frac{9278}{289}$	$\frac{11908}{307}$	$\frac{17\,110}{361}$
Тамбовская область	$\frac{1643}{164}$	$\frac{5281}{244}$	$\frac{6320}{272}$	$\frac{9112}{356}$	$\frac{10798}{382}$	$\frac{16\,983}{436}$

* в числителе – валовой сбор зерна (тыс. ц), в знаменателе – посевная площадь (тыс. га)

Как видно из таблицы в большей части областей наблюдается значительное увеличение посевных площадей, устойчивый рост валовых сборов зерна. По урожайности озимой пшеницы лидируют регионы Юга страны и Центрального Черноземья (рис. 3). Здесь сосредоточены наиболее плодородные почвы, более благоприятные климатические условия. Кроме того, в этих же регионах отмечается и высокий уровень применения минеральных удобрений (рис. 4).

Рисунок 3 – Динамика урожайности озимой пшеницы (средняя за 5 лет), ц/га

Рисунок 4 – Внесено минеральных удобрений в пересчете на 100% питательных веществ на 1 гектар посевов пшеницы (среднее за 2016-2018 гг.)

Основные массивы яровой пшеницы размещаются в Западной Сибири, на Южном Урале и Поволжье. За последние 20 лет значительных изменений в урожайности яровой пшеницы не наблюдается, можно лишь отметить наметившуюся тенденцию к ее увеличению за последние 5 лет (рис. 5). Некоторое снижение валовых сборов зерна связано с уменьшением посевных площадей.

Лидирующими регионами по посевным площадям и валовым сборам зерна являются Алтайский край и Омская область. В среднем за последние 4 года собрано соответственно 26 и 23,8 млн. т зерна при урожайности 13,6 и 15,6 ц/га. Наиболее высокая урожайность отмечена в Республике Татарстан (25,1 ц/га) и Пензенской области (26,9 ц/га), где внесение минеральных удобрений в пересчете на 100% питательных веществ на 1 гектар посева составляет 68,1 и 70,7 кг (среднее за 3 последних года), в то время как в Алтайском крае и Омской области – 13,3 и 10,0 кг/га, соответственно.

Рисунок 5 – Динамика валовых сборов и урожайности яровой пшеницы

К условиям произрастания пшеница предъявляет довольно высокие требования как к биоклиматическим, так и почвенным, поэтому ее выращивают преимущественно на черноземах. Однако из-за сильной нагрузки черноземы быстро деградируют: потеряно около трети запаса гумуса в пахотных горизонтах, утрачена зернистая структура, обеднела почвенная биота. Самым распространенным и наиболее разрушительным негативным процессом является эрозия почв – устранение ее последствий крайне сложно или практически невозможно. Поэтому проблема сохранения черноземов, повышения их плодородия, экологическая безопасность, рациональное использование с получением стабильных и высоких урожаев культур находится в центре внимания ученых-аграриев, работников сельского хозяйства. В комплексе воспроизводства плодородия почв определяющее значение имеют севообороты, дозы и сочетания удобрений, способы основной обработки почвы. Как основную технологическую инновационную составляющую развития сельскохозяйственного производства необходимо разрабатывать и внедрять адаптивно-ландшафтную систему земледелия. Используя эти системы, мы сможем спасти наши почвы и особенно черноземы от разрушения [2].

Библиографический список

1. Кулистикова Т. Погода становится нервной. Как глобальные изменения климата влияют на сельское хозяйство. Агроинвестор. 4 сентября 2019 [Электронный ресурс]. <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/32343-pogoda-stanovitsya-nervnoy/full/>.
2. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Черноземного региона / В.Д. Соловиченко, С.И. Тютюнов, Г.И. Уваров. Белгород.: «Отчий край», 2012. – 256 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕПАРАТА ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДАМИ ОКСИТЕРМОГРАФИИ И ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Сараева А.Е.¹, Федотова О.В.², Фадейкина И.Н.³

¹ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского
РАН, Москва

E-mail: saraeva.88@inbox.ru

² Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень

E-mail: grehova-rostok@mail.ru

³ Государственный университет «Дубна», г. Дубна

E-mail: i.fadeikina@yandex.ru

Резюме. Для разработки образца сравнения гуминовых веществ (ГВ) с подходящей матрицей для их идентификации и определения органического углерода в природных объектах выбран препарат низинного торфа (Тюменская область). Препарат получен по стандартной технологии и имеет постоянные состав и свойства. На первом этапе работы для подтверждения аналитического соответствия препарата составу ГВ выбраны методы окситермографии и ИК-фурье-спектроскопии.

Ключевые слова: гуминовые вещества, идентификация и определение ГВ, анализ почв и торфа, разработка образцов сравнения ГВ, окситермография, ИК-спектрометрия, «зеленая химия»

Summary. To develop a sample for comparison of humic substances (HSs) with a suitable matrix for the identification and determination of organic carbon in natural objects, a lowland peat preparation was selected (Tyumen Region). The drug is obtained by standard technology and has constant composition and properties. At the first stage of the work, oxythermography and IR-Fourier spectroscopy were selected to confirm the analytical compliance of the drug with the composition of HSs.

Key words: humic substances (HSs), identification and determination of HSs, analysis of soils and peat, development of samples of comparison of HSs, oxythermography, IR spectrometry, green chemistry

Состав органической составляющей природных объектов всегда интересовал исследователей разных областей специализации. В агрохимии одним из показателей плодородия почв служит содержание ГВ. Несмотря на достигнутые за годы упорного труда успехи, в области знаний о ГВ до сих пор ведутся споры и выявляются противоречивые факты. Как правило, общее содержание органического углерода определялось химическими методами с применением трудоемких операций, часто не позволяющих провести валидацию полученных результатов. Практически не использовались стандартные образцы, нехватка которых ощутима и сейчас. С появлением новых аналитических приборов возможности экспериментальной химии значительно расширились. Современные инструментальные методы позволили надежно получать полную информацию в реальное время не только в лаборатории, но и в полевых условиях с применением малогабаритных приборов. Однако, нехватка аттестованных стандартных образцов в этом случае особенно ощутима, поскольку все инструментальные методы аналитической химии – косвенные, и калибровка приборов, их эффективная работа полностью зависят от наличия подобных

анализируемому объекту образцов.

Раньше выпускался коммерческий препарат гуминовых кислот на заводе химических реактивов Биолар (Латвия), есть препараты фирм Aldrich и Carl Roth GmbH+Co.KG (Германия). Однако они крайне дороги, а часто практически недоступны. В настоящее время налажен выпуск так называемых «зеленых» агрохимикатов – гуминовых препаратов на основе природного сырья. Авторами на основании подробного изучения литературы и экспериментального предварительного исследования выбран препарат, получаемый из низинного торфа (Тюменская область) по разработанной технологии, позволяющей сохранять его постоянный состав от партии к партии [1, 2]. На первом этапе работ по исследованию выбранного препарата проведено его сравнение с известными методами окситермографии [3] и ИК-фурье-спектроскопии [4, 5]. Препараты проверены на наличие фульвокислот и их отсутствие подтверждено.

Методом окситермографии определяли температурный интервал и другие параметры окисления ГВ в одинаковых условиях (рис. 1).

Рисунок 1 – Спектр натриевой соли ГК (1) масса навески (m) 3.5 мг, стандарта Aldrich ГК (2) m=5.3 мг и исследуемого препарата ГК (3) m=2.2 мг.

Как видно, термограммы практически совпадают, и с химической точки зрения ничем не отличаются. Поэтому вместо дорогого стандарта ГК вполне можно использовать предложенный препарат.

Спектры инфракрасного поглощения регистрировали на ИК-фурье-спектрометре FTIR IRAffinity (Shimadzu, Япония) с приставкой НПВО Miracle 10, в интервале частот $700\text{--}4000\text{ см}^{-1}$, в таблетках KBr, с разрешением 4 см^{-1} . Результаты представлены на рис. 2.

Рисунок 2 – ИК-спектры ГВ: исследуемый образец (1), коммерческий препарат Биолар (2).

Для расшифровки ИК-спектров использовали стандартные справочные таблицы и литературу, посвященную исследованию почв и торфа [4-6]. В образцах видно разное содержание воды. Исследуемые образцы ГВ практически идентичны и существенной разницы в составе функциональных групп нет. В левой части спектра (область $2000\text{--}4000\text{ см}^{-1}$) валентные колебания для исследуемых образцов схожи. В области $3100\text{--}3500\text{ см}^{-1}$ – наблюдается уширенный пик О–Н–колебаний, обусловленный водородными связями, полосы в области 2800 см^{-1} указывают на наличие С–Н колебаний алифатических фрагментов. Возможные характеристические пики С–Н в ароматическом кольце в области $3080\text{--}3050\text{ см}^{-1}$ перекрываются и однозначно не идентифицируются.

В правой части спектра (область $1000\text{--}1800\text{ см}^{-1}$) находятся характеристические полосы поглощения ГВ. В этой области проявляются полосы на 1050 см^{-1} , соответствующие деформационным колебаниям замещенных аренов, 1650 см^{-1} валентные колебания ароматических С=С связей, колебания 1700 см^{-1} отвечают наличию карбоксильных групп, которые наблюдаются только в одном из образцов. Обнаруженные характеристические пики хорошо сочетаются с литературными данными.

Таким образом, в качестве образца сравнения предложен отечественный препарат гуминовых кислот для построения градуировочной зависимости и получения количественного содержания органического углерода в пробе. На основе известной конструкции окситермографа разработан экспрессный способ анализа твердых веществ, содержащих гуминовые вещества, предложены последовательность выполнения методики и условия ее проведения.

Библиографический список

1. Грехова И. В., Матвеева Н.В. Реакция яровой пшеницы на применение регуляторов и

микроудобрения при протравливании семян // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1 (119). – С. 6-8.

2. Федотова О. В., Грехова И. В. Эффективность применения гуминовых препаратов на зерновых культурах в Северном Зауралье // «Живые и биокосные системы». – 2016. – № 18. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-18/article-6>

3. Сараева А.Е., Михайлова А.В., Ахметьева Н.П., Линник Г.В., Погонин В.И., Зуев Б.К. Окситермография как экспресс метод эко-мониторинга плодородия почв. Сб. докладов международной научно-практической конференции «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия» – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – 408 с.

4. Ларина Г.В., Дайбова Е.Б., Кайгородов Е.В., Косова Н.И., Андриенко О.С. Химический состав препаратов гуминовых кислот торфа Алтайской горной области // Вестник ТГУ. Химия. 2016. № 2(4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskii-sostav-preparatov-guminovykh-kislot-torfa-altayskoy-gornoj-oblasti> (дата обращения: 28.02.2020)

5. Получение азотно-гумусовых удобрений на основе карбамида, окисленного бурого угля и их ИК-спектроскопическое исследование // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. Усанбаев Н.Х. [и др.]. 2016. № 9(30).

URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3704> (дата обращения: 28.02.2020)

6. Бамбалов Н.Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения. Минск: Наука и техника, 1984. – 175 с.

УДК 630*114.33

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА АГРЕГАТОВ МИГРАЦИОННО-МИЦЕЛЯРНОГО ЧЕРНОЗЕМА ЛЕСНОГО ЦЕНОЗА КАМЕННОЙ СТЕПИ

Сауткина М.Ю.¹, Чевердин Ю.И.²

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж

E-mail: sautmar@mail.ru

²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева»,

Воронежская обл., Таловский р-н, пос. 2 участка им. Докучаева

E-mail: cheverdin62@mail.ru

Резюме. В статье представлены результаты оценки микробиологической активности почвенных агрегатов различной величины в черноземе миграционно-мицелярном лесного ценоза Каменной Степи. Показано, что количество микроорганизмов в почвенных агрегатах зависит от их размеров. Максимальная численность аммонификаторов выявлена в наиболее крупных агрегатах (>10 мм). Наиболее высокая численность микроорганизмов, произрастающих на крахмал-аммиачном агаре, отмечена в агрегатах мелкого размера. Наблюдается увеличение количества минерализаторов гумуса и нитрификаторов при увеличении размера агрегатов.

Ключевые слова: почвенные агрегаты, микробиологическая активность, лесные полосы, чернозем миграционно-мицелярный, агрономически ценная микрофлора.

Summary. The article presents the results of assessing the microbiological activity of soil different-sized aggregates in the migratory-mycelial chernozem of the forest cenosis of the Stone Steppe. It is shown that the number of microorganisms in soil aggregates depends on their size. The maximum number of ammonifiers was detected in the largest aggregates (>10 mm). The highest number of microorganisms growing on starch-ammonia agar was observed in small-sized aggregates. There is an increase in the number of humus mineralizers and nitrifiers with an increase

in aggregate size.

Key words: *soil aggregates, microbiological activity, forest strips, migrationary-mycelial chernozem, agronomically valuable microflora.*

Введение. Почвенные агрегаты являются уникальными стабильно функционирующими образованиями, в которых протекают практически все микропроцессы, характерные для почвы в целом [1, 2]. Они делят почву на микрозоны и формируются вследствие неравномерного поступления в почву растительных остатков и корневых эксудатов, а также различий минералогического состава. Известно, что микроорганизмы активно участвуют в формировании структуры почвы. Размер агрегатов является одним из ключевых факторов, определяющих численность и структуру эколого-трофических групп микроорганизмов [3,4].

Цель исследования – определение микробиологической активности почвенных агрегатов различной величины в черноземе миграционно-мицелярном лесного ценоза Каменной Степи.

Объекты и методы исследования. Объектом наших исследований служила полезащитная лесная полоса №133 агролесомелиоративного комплекса Каменная Степь. Данная лесополоса была заложена в 1950 г. акад. Е.С. Павловским. Лесополоса №133 направлена с запада на восток и располагается на водораздельном участке на трех типах местности – плакорном (литер а), междуречном недренированном (литеры а и б) и склоновом (литер в). Почвенные образцы отбирали в конце июля 2019 г. на плакорном участке (литер а). Общую численность и структуру эколого-трофических групп микробного сообщества определяли по методике Е.З. Теппер [5]. Для анализа отбирали репрезентативные смешанные почвенные образцы из верхнего органо-минерального слоя почвы (0-30 см) в 10 повторностях [6]. Рассев на агрегаты производили из свежих образцов естественной влажности. Для анализа структурных особенностей микробоценоза рассмотрены контрастные агрегатные фракции: 0-2, 2-5, 5-10 и >10 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате наших исследований показано, что максимальное количество клеток агрономически ценной микрофлоры (МПА+КАА) выявлено в крупных структурных отдельностях > 10 мм. Так, количество аммонификаторов (МПА), принимающих участие в разложении белковых соединений, в крупных почвенных агрегатах составляет 12,4 млн. КОЕ/ 1 г почвы, а количество иммобилизаторов легкодоступного углерода (КАА) 12,7 млн. КОЕ/ 1 г почвы (табл.). Также достаточно высокая численность агрономически ценной микрофлоры показана в агрегатах < 2 мм: 8,59 млн. КОЕ/ 1 г почвы МПА и 14,69 млн. КОЕ/ 1 г почвы КАА. Относительно низкой численностью микроорганизмов, произрастающих на мясопептонном агаре (МПА), отличаются почвенные агрегаты размером 2-10 мм: от 6,34 до 6,38 млн. КОЕ/1 г почвы. При этом в структурных отдельностях размером 2-5 мм численность иммобилизаторов углерода (КАА) достаточно высока – 11,3 млн.КОЕ/ 1 г почвы (табл.).

Таблица. – Структура микробного ценоза почвы под лесной полосой №133 (плакор) в зависимости от размера почвенных агрегатов

Размер почвенных агрегатов, мм	млн.КОЕ/1 г почвы			тыс. КОЕ/ 1 г почвы				КОЕ/50 г почвы
	МПА	КАА	Актиномицеты	Минерализаторы гумуса	Грибы	Нитрификаторы	Целлюлозолитики	Азотобактер
>10	12,14	12,73	2,07	14,5	20,72	127,28	0,43	0
5-10	6,34	8,71	1,85	10,82	19,80	97,68	0,44	0
2-5	6,38	11,36	2,22	10,53	18,48	116,42	0,46	0
0-2	8,59	14,69	2,49	9,15	21,12	88,70	0,45	0

На среде крахмал-аммиачного агара (КАА) также учитывалась численность актиномицетов. Данная группа микроорганизмов преобладает на более поздних стадиях развития микробных сукцессий почв, когда складываются необходимые условия для использования труднодоступных субстратов [2,7]. Максимальной численностью актиномицетов характеризовались самые мелкие структурные отделы 0-2 мм – 2,49 млн. КОЕ/ 1 г почвы. Далее в более крупных агрегатах их численность уменьшается и наблюдается варьирование от 2,22 млн. КОЕ/ 1 г почвы от 1,85 мм (в агрегатах 5-10 мм) до 2,07 млн. КОЕ/1 г почвы в наиболее крупных агрегатах (>10 мм) (табл.). По всей видимости, данное явление можно объяснить тем, что актиномицеты являются микроорганизмами достаточно требовательными к содержанию кислорода. Внутри более крупных агрегатов кислород частично использован аэробами, в связи с этим численность актиномицетов снижена по сравнению с их численностью в более мелких агрегатах [2].

Основными деструкторами растительных остатков являются микроскопические грибы. Наибольшее количество грибных зачатков отмечено в самых мелких агрегатах (<2 мм) – 21,12 тыс. КОЕ/ 1 г почвы. Затем их численность резко сокращается в агрегатах средних размеров (2-5 и 5-10 мм) до 18,48 и 19,80 тыс. КОЕ/ 1 г почвы соответственно. Далее в наиболее крупных агрегатах численность микромицетов увеличивается до 20,72 тыс. КОЕ/1 г почвы (табл.). Вероятно, максимальную численность микроскопических грибов именно в наиболее мелких агрегатах можно объяснить более свободным доступом к экзогенным органическим веществам [2].

Целлюлозолитические (клетчатковые) микроорганизмы синтезируют целый ряд экзоферментов, расщепляющих органические вещества, которые затем используются в качестве пищи другими группами почвенных микроорганизмов [8]. Показано, что распределение целлюлозолитиков по агрегатам достаточно ровное и варьирует от 0,43 (>10 мм) до 0,46 тыс. КОЕ/1 г почвы (2-5 мм) (табл.).

Проведенные исследования свидетельствуют о варьировании численности минерализаторов гумуса в зависимости от размеров почвенных агрегатов. Так, максимальное их количество отмечено в наиболее крупных агрегатах (>10 мм) – 14,5 тыс. КОЕ/ 1 г почвы. Затем идет постепенное снижение численности

минерализаторов гумуса от агрегатов средних размеров до наиболее мелких: 10,82 – 10,53 – 9,15 тыс. КОЕ/ 1 г почвы (табл.).

Аналогичным образом в зависимости от размеров почвенных агрегатов распределилась численность нитрификаторов. Наблюдается увеличение количества данных микроорганизмов при увеличении размера агрегатов. Наибольшее их количество выявлено в агрегатах размером более 10 мм – 127,28 тыс. КОЕ/ 1 г почвы. В агрегатах размером 0-2 мм численность нитрификаторов значительно ниже и составляет 88,70 тыс. КОЕ/ 1 г почвы (табл.)

Активности бактерий р. *Azotobacter* обнаружено не было.

Таким образом, одним из ключевых факторов, определяющих численность и структуру эколого-трофических групп микроорганизмов чернозема миграционно-мицелярного является размер почвенных агрегатов. Установлено, что в структуре микробного сообщества почвенных агрегатов всех размеров преобладают бактерии – аммонификаторы и амилалитики. Разрушение сложных органических соединений амилалитиками (КАА) наиболее интенсивно протекает в мелких агрегатах (<2 мм). Трансформация же аммонификаторами (МПА) азотсодержащих органических соединений, наоборот, в большей степени происходит в крупных агрегатах.

Библиографический список

1. Трофимов С.Я. О динамике органического вещества в почвах // Почвоведение. 1997. №9. С. 1081-1086.
2. Василенко Е.С., Кутовая О.В., Тхакахова А.К., Мартынов А.С. Изменение численности микроорганизмов в зависимости от величины агрегатов гумусового горизонта миграционно-мицелярного чернозема // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73. С. 1509-173.
3. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 445 с.
4. Иванова Е.А., Кутовая О.В., Тхакахова А.К., Чернов Т.И., Першина Е.В., Маркина Л.Г., Андронов Е.Е., Когут Б.М. Структура микробного сообщества агрегатов чернозема типичного в условиях контрастных вариантов сельскохозяйственного использования // Почвоведение. 2015. №11. С. 1367-1382.
5. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
7. Сауткина М.Ю., Чевердин Ю.И. Микробиологическая оценка состояния почвенного покрова агролесомелиоративных ландшафтов Каменной Степи // ИВУЗ «Лесной журнал». 2019. №6. С.62-78.
8. Кутовая О.В., Гребенников А.М., Тхакахова А.К., Исаев В.А., Гармашов В.М., Беспалов В.А., Чевердин Ю.И., Белобров В.П. Изменение почвенно-биологических процессов и структуры микробного сообщества агрочерноземов при разных способах обработки почвы // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2018. Вып. 92. С.35-61.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А., Дудова Е.В.

Тамбовский НИИ сельского хозяйства –

филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», г. Мичуринск, Россия

E-mail: yskorochkin@mail.ru

Резюме. Цель исследований состояла в изучении влияния технологии возделывания озимой пшеницы в севообороте с различной степенью насыщенности средствами химизации (минеральные удобрения, пестициды) на фоне разных по интенсивности способов основной обработки черного пара на урожайность и экономическую эффективность ее выращивания в северо-восточной части Центрально-Черноземного региона.

Ключевые слова: озимая пшеница, обработка почвы, удобрение, урожайность, ресурсосбережение.

Summary. The aim of the research was to study the effect of technology of cultivation of winter wheat in crop rotation with different degree of saturation of chemicals (fertilizers, pesticides) against the background of different intensity of the main methods of processing of black steam on the yield and economic efficiency of its cultivation in the North-Eastern part of the Central black earth region.

Key words: winter wheat, soil treatment, fertilizer, crop yield, resource saving.

В Тамбовской области озимая пшеница – одна из ведущих зерновых культур. Поэтому от рентабельности производства этой культуры во многом зависит экономическое состояние сельскохозяйственных предприятий.

Увеличить производство зерна можно путем полной оптимизации и рационального использования научно обоснованных, экономически безопасных технологий, адаптированных к почвенно-климатическим условиям конкретного региона [1,2].

Традиционная отвальная обработка почвы, применяемая при возделывании озимой пшеницы, является наиболее трудоемким процессом в технологическом комплексе. Чтобы снизить энергоемкость такой обработки предлагается ресурсосберегающая обработка паровых полей без оборота пласта [3,4].

Известно, что в структуре общих затрат на производстве зерна больше половина занимают средства химизации. Поэтому, важно учитывать экономические аспекты применения в технологиях средств химизации, которые, с учетом их высокой стоимости, могут быть экономически невыгодны, а бессистемное их применение приводит к увеличению затрат и снижению рентабельности производства зерна. Оптимизация основной обработки почвы и средств химизации, при возделывании озимой пшеницы, обеспечивает получение 5,1-5,6 т/га зерна с хорошим качеством [5].

Оценивали пять способов основной обработки черного пара:

- вспашку на глубину 20-22 см плугом ПЛН-5-35, которой предшествовало дисковое лушение на 8-10 см;
- безотвальную обработку на глубину 20-22 см плугом без отвалов с предварительным дисковым лушением на 8-10 см на фоне предшествующей безот-

вальной обработки почвы в севообороте;

- поверхностную обработку на глубину 8-10 см дискатором с предварительным лушением на 8-10 см на фоне предшествующей поверхностной обработки почвы в севообороте;

- безотвальную обработку на глубину 20-22 см с предварительным дисковым лушением на фоне предшествующей вспашки в севообороте;

- поверхностную обработку на глубину 8-10 см с предварительным дисковым лушением на фоне предшествующей вспашки в севообороте.

Способы основной обработки почвы изучали на трех фонах минерального питания: низкий – N_{30} в подкормку посевов ранней весной; средний – $N_{30}P_{30}K_{30}$ и высокий – $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д.в. азофоски с соотношением питательных веществ 16:16:16.

Защита растений озимой пшеницы состояла из двух уровней: первый – контроль (протравливание семян, т.е. фон); второй – фон + применение средств защиты по фазам развития растений.

Озимую пшеницу возделывали по общепринятой для Тамбовской области агротехнике. Минеральные удобрения вносили под основную обработку почвы. Учет урожая проводили методом сплошной уборки учетной площади. Сорняки в посевах уничтожали в фазе кущения (весной) гибридами Фенизан (0,2 л/га) + Овсяген (0,4 л/га), для борьбы с болезнями и вредителями растений в течение вегетации использовали Титул Дуо (0,25 л/га) и Кинфос (0,2 л/га).

Обобщение и анализ полученных нами экспериментальных данных свидетельствует, что урожайность озимой пшеницы в определенной степени зависела как от способов основной обработки, так и средств химизации. Так, вспашка, поверхностное, безотвальное рыхления, а также поверхностная и безотвальная обработки на фоне предшествующей вспашки в севообороте не оказали существенного влияния на урожайность культуры. Отклонения в ее величине по вариантам опыта в сторону снижения и увеличения находилась в пределах точности определения ($-0,06 + 0,16$ т/га) при ($НСР_{05} = 0,34$ т/га). В то же время на варианте с поверхностной обработкой почвы на фоне поверхностного рыхления в севообороте отмечалась тенденция повышения продуктивности озимой пшеницы. По сравнению с контролем урожайность повысилась, на фоне разных доз удобрений, на 0,10 – 0,16 т/га или 2,3 – 3,7 %.

Сравнение вариантов опыта с различным фоном минерального питания показало, что существенного изменения урожайности от доз удобрений и времени их внесения не наблюдалось. Так, на фоне первого уровня защиты растений, наиболее высокая урожайность озимой пшеницы получена на варианте с весенней подкормкой аммиачной селитрой в дозе N_{30} . Данная закономерность характерна для всех способов обработки черного пара. Исключение составил вариант с безотальной обработкой пара, проводившейся на фоне безотальной обработки в севообороте, где урожайность озимой пшеницы со средним и высоким фоном минерального питания, по сравнению с весенней подкормкой, повысилась на 0,04 и 0,28 т/га (при $НСР_{05} = 0,34$ т/га). В то же время, исполь-

зование более высоких фонов минерального питания в сочетании со вторым уровнем защиты растений, по урожайности не уступали варианту с весенней подкормкой, а имели тенденцию повышения продуктивности озимой пшеницы. Увеличение уровня минерального питания со среднего $N_{30}P_{30}K_{30}$ до высокого $N_{60}P_{60}K_{60}$ или удвоение дозы внесения полного минерального удобрения существенно не сказалось на величине урожая культуры. Отклонения по вариантам опыта в сторону снижения или повышения урожайности находились в пределах точности определения.

Наиболее заметно отразилось на урожайности озимой пшеницы применение средств защиты по фазам развития растений (второй уровень защиты). При этом использование более высоких фонов минерального удобрения осенью перед посевом озимой пшеницы обеспечило наибольший положительный эффект в вариантах с внесением $N_{30}P_{30}K_{30}$ получено дополнительно 0,45-0,67 т/га зерна пшеницы, с $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,30-0,61 т/га. На варианте с ранней весенней подкормкой N_{30} получено дополнительно 0,27-0,49 т/га зерна.

Оценку экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы в опытах проводили по урожайности и затратам на ее получение. Расчеты показали, что по вспашке и низком фоне минерального питания N_{30} в подкормку при первом уровне защиты растений (протравливание семян) общие затраты составили 8030 руб./га. На среднем $N_{30}P_{30}K_{30}$ и высоком $N_{60}P_{60}K_{60}$ фонах затраты возросли до 9840 руб./га и 12560 руб./га. Использование второго уровня защиты растений (обработка растений в период вегетации культуры пестицидами) увеличивало затраты до 8560 руб./га при низком фоне минерального питания и до 10340 и 13060 руб./га – при среднем и высоком фоне, соответственно. Аналогичные изменения по общим затратам характерны и для других способов основной обработки посевного поля.

Сумма от реализации зерна озимой пшеницы при использовании технологии на основе вспашки по вариантам удобрений без применения пестицидов изменялась от 32560 до 32400 руб./га, с использованием средств защиты – от 35920 до 36160 руб./га, при поверхностной обработке – от 33760 до 33120 руб./га и от 36400 до 38000 руб./га, при безотвальной – от 31140 до 33680 руб./га и от 35560 до 36080 руб./га. Аналогичные изменения характерны и для вариантов безотвальной и поверхностной обработками на фоне предшествующей вспашки в севообороте.

Использование средств защиты растений по фазам развития озимой пшеницы способствовало получению наиболее высокого чистого дохода, что было характерно для всех способов обработки пара. В то же время, благодаря сокращению затрат при проведении поверхностных и безотвальных обработок почвы, чистый доход был выше, чем по вспашке. При этом наиболее высоким он был на фоне N_{30} в ранневесеннюю подкормку озимой пшеницы и составил соответственно по ресурсосберегающим обработкам 28270, 28190 руб./га, при показателе на варианте со вспашкой (контроль) – 27360 руб./га.

Таким образом, на черноземе типичном с высокой обеспеченностью подвижных форм питательных веществ в зернопаровом севообороте с короткой

ротацией (черный пар – озимая пшеница – соя – ячмень) предпочтительнее использовать технологии возделывания озимой пшеницы, основанные на ресурсосберегающих способах основной обработки парового поля с внесением N_{30} аммиачной селитры в ранневесеннюю подкормку в комплексе со средствами защиты растений, что обеспечит наиболее благоприятные экономические показатели производства продукции.

Библиографический список

1. Гулидова В.А. Ресурсосберегающая технология озимой пшеницы: монография. Липецк: ООО «Центр полиграфии», 2006, – 400 с.
2. Воронцов В.А. Технологии основной обработки почв на основе энерго- и ресурсосберегающих приёмов в северо-восточном регионе Центрального Черноземья: монография. Тамбов: Принт-Сервис, 2018. – 74 с.
3. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А. Эффективность комплексного применения средств химизации под озимую пшеницу и разных способов обработки чёрного пара. // В сборнике научных докладов Всероссийской научно-практической конференции: "Докучаевское наследие и развитие научного земледелия в России". 27-28 июня 2017 г. Каменная Степь. – Воронеж: издательство "Истоки". – С. 231-233.
4. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Ресурсосберегающая или отвальная обработка чернозёма типичного в комплексе с применением средств химизации в севообороте. // Агроэкологический вестник. Выпуск 8: Международный сборник научных трудов. Ч. I. - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 138-147.
5. Доманов Н.И., Солнцев П.И., Доманов М.И. Совершенствование агротехники озимой пшеницы в Белгородской области // Земледелие, 2009. – № 4. – С. 9-10.

УДК 574:539.1.04:539.1.04

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЗАДАнные РИСКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

Спиридонов С.И., Иванов В.В., Титов И.Е.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», г. Обнинск

E-mail: spiridonov.si@gmail.com

Резюме. Оценены предельные уровни загрязнения ^{137}Cs сельскохозяйственных земель юго-западных районов Брянской области для заданных рисков загрязнения продукции кормопроизводства. Установлено, что производство продукции кормопроизводства является небезопасным с точки зрения превышения порогового значения риска 10%.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, сельскохозяйственные земли, продукция кормопроизводства, вероятностный подход, статистические модели, риск превышения норматива.

Summary. The authors evaluated the permissible levels of ^{137}Cs contamination of agricultural land in the southwestern regions of the Bryansk region for the given risks of contamination of cattle fodder. According to these estimates, the feed production is unsafe from the point of view of exceeding the threshold risk value of 10%.

Key words: radioactive contamination, agricultural lands, cattle fodder, probabilistic approach, statistical models, risk of exceeding the standard.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиационному воздействию подверглись обширные территории, на которых активно велось сельскохозяйственное производство. К критическим экосистемам на территории юго-западных районов Брянской области в настоящее время относятся лугопастбищные и кормовые угодья на легких почвах. Наличие луговой дернины, в которой сосредоточена большая часть ^{137}Cs , обеспечивает интенсивное поступление радионуклидов в растения. Таким образом, важным вопросом в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС является производство чистых кормов и, соответственно, продукции животноводства.

В настоящее время на территории шести наиболее загрязненных районов Брянской области функционирует 135 коллективных сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности. Площадь их кормовых угодий составляет 98567 га, из них: пастбища занимают 58278 га, сенокосы – 40289 га (табл. 1).

Данные последнего тура радиологического обследования рассматриваемых территорий показывают, что содержание ^{137}Cs в отдельных пробах зеленой массы многократно превышает нормативы Ветеринарных правил (ВП 13.5.13/06-01) [1]. В связи с этим, прогнозирование накопления этого радионуклида в продукции кормопроизводства представляет собой первоочередную задачу при оценке возможности использования загрязненных кормовых угодий.

Таблица 1 – Площади пастбищ и сенокосов юго-западных районов Брянской области

Район	Пастбища, га	Сенокосы, га
Гордеевский	11705	11325
Злынковский	4710	2832
Красногорский	11268	8610
Климовский	8737	2840
Клинцовский	12498	6278
Новозыбковский	9360	8404
Всего	58278	40289

Оценка рисков загрязнения продукции кормопроизводства может выполняться непосредственно на основе данных радиоэкологического обследования, характеризующих содержание ^{137}Cs в растительных пробах. Однако такой эмпирический способ не позволяет получить прогноз развития радиоэкологической ситуации для будущего реагирования. К тому же этот способ оценки рисков, будучи весьма затратным, может оказаться труднореализуемым. Для оценки вероятности превышения нормативов содержания ^{137}Cs в кормах целесообразно использовать статистические модели [2], разработанные и параметризованные на основе анализа закономерностей распределения ^{137}Cs по территории сельскохозяйственных угодий юго-западных районов Брянской области.

Вероятностный подход, разработанный для решения «прямой» задачи (прогнозирование рисков загрязнения) применен также и для решения не менее важной «обратной» задачи – определения допустимых уровней загрязне-

ния почвы для получения кормов с заданными рисками.

Загрязненность почвы A_s районов Брянской области, подвергшихся чернобыльским выпадениям, подчиняется логнормальному закону распределения $LN(\mu_s, \sigma_s^2)$. В табл. 2 представлены статистические параметры этого распределения, которое удовлетворительно аппроксимирует данные радиоэкологического обследования пастбищ и сенокосов [3]. Оценены величины математического ожидания $\langle A_s \rangle$ согласно формуле:

$$\langle A_s \rangle = e^{\mu_s + 0.5 \sigma_s^2}$$

Параметры логнормального распределения $LN(\mu_k, \sigma_k^2)$ коэффициентов накопления ^{137}Cs в сельскохозяйственной растительности приведены в документе МАГАТЭ [4]. Для учета региональных особенностей параметры μ_k скорректированы на основе данных, характеризующих зависимость коэффициентов накопления ^{137}Cs от содержания обменного калия в почве. С целью обеспечения консервативности расчетов использовались максимальные коэффициенты накопления ^{137}Cs при низких величинах обменного калия (K_2O – менее 80 мг/кг почвы). Пастбища и сенокосы юго-западных районов Брянской области расположены в основном на легкосуглинистых, супесчаных и песчаных почвах с низкими естественными запасами калия [5].

Таблица 2 – Статистические параметры распределения $LN(\mu_s, \sigma_s^2)$ и средние значения плотности загрязнения $\langle A_s \rangle$ пастбищ юго-западных районов Брянской области (кБк/м²)

Районы	μ_s	σ_s	$\langle A_s \rangle$
Новозыбковский	6,32	0,502	630,2
Гордеевский	5,744	0,602	374,4
Злынковский	5,839	0,786	467,7
Красногорский	5,45	0,834	329,6
Клинцовский	5,046	1	256,2
Климовский	5,068	0,297	166

Вероятностная оценка предельных уровней загрязнения сельскохозяйственных земель ^{137}Cs , обеспечивающих заданные риски загрязнения продукции кормопроизводства, выполнялась с использованием программного модуля «GUIPlantRevive [6]. Результаты оценки предельной плотности загрязнения пастбищ юго-западных районов Брянской области для риска загрязнения продукции, не превышающего 10%, представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Предельная плотность загрязнения пастбищ для производства нормативно чистой зеленой массы трав (заданный риск загрязнения продукции кормопроизводства - 10%), кБк/м²

Район	Песчаные	Суглинистые	Органические
Новозыбковский	94,5	126,4	18,7
Гордеевский	89,5	114,5	18,9
Злынковский	76,6	127,8	14
Красногорский	68,8	111,5	15,8
Клинцовский	72,1	108,4	13,2
Климовский	98,3	132,5	20,3

Наименьшая предельная плотность радиоактивного загрязнения (при любом заданном значении риска превышения норматива содержания ^{137}Cs в продукции) характерна для торфяных почв. На суглинистых почвах можно получать продукцию кормопроизводства при существенно более высоких уровнях радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий. Установлено, что во всех районах Брянской области производство продукции кормопроизводства является небезопасным с точки зрения превышения порогового значения риска 10%.

Научное обоснование величины приемлемого риска превышения норматива представляется важной задачей с точки зрения развития подходов к классификации и зонированию радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных земель.

Библиографический список

1. Ветеринарные правила обеспечения радиационной безопасности животных и продукции животного происхождения. Государственная система ветеринарного нормирования Российской Федерации. Радиационная безопасность. М.: Минсельхозпрод России, 2001. – 55 с.
2. Спиридонов С.И., Иванов В.В., Титов И.Е. Прогнозирование рисков накопления радионуклидов в продукции растениеводства на радиоактивно загрязненных территориях. Сборник докладов международной научно-практической конференции “Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия”, г. Курск, 24-25 апреля 2019 г. Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – С. 340-343.
3. Свидетельство о государственной регистрации..., 2016, № 2016620790 от 15.06.2016 «Единый реестр радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных земель России и Беларуси»
4. Handbook of parameter values for prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010. – 208 p.
5. Прудников П.В., Карпеченко С.В., Новиков А.А., Поликарпов Н.Г. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Брянской области. Брянск, 2007. – 608 с.
6. Иванов В.В. Программа для ЭВМ GUIPlantRevive (версия 1.0) «Вероятностная оценка предельных уровней загрязнения сельскохозяйственных земель ^{137}Cs для получения безопасной продукции растениеводства». Свидетельство о государственной регистрации № 2019665596, 26 ноября 2019 г.

УДК 631.445: 631.841

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

Стахурлова Л.Д., Ивашкина М.А., Бахтин А.М.

ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет, Воронеж

E-mail: stakhurlova@rambler.ru

Аннотация. Длительное окультуривание черноземов способствует ухудшению биологических свойств, усиливая фитотоксикоз. Дерново-подзолистые почвы имеют низкую биогенность и характеризуются слабой степенью токсичности по отношению к растениям.

Ключевые слова: биоценозы, черноземы, гумус, дерново-подзолистые почвы, фитотоксичность, целлюлоза

Summary. Long-term cultivation of chernozems contributes to the deterioration of biological properties, enhancing phytotoxicosis. Sod-podzolic soils have low biogenicity and are characterized by a low degree of toxicity to plants.

Key words: *biocoenoses, chernozems, humus, sod-podzolic soils, phytotoxicity, cellulose*

В системе мероприятий по управлению биоценозами необходимо учитывать фитотоксические свойства почв по отношению к растениям, особенно важно проведение мониторинга агроценозов для прогноза их состояния. Биоэкологическое изменение структуры микробоценоза агроэкосистем способствует преимущественному развитию ассоциаций микроорганизмов, неспособных в полной мере утилизировать продукты трансформации корневых выделений и аллелопатические вещества, освобождающиеся почвенной микрофлорой из пожнивно-корневых остатков в силу пониженной ферментативной активности и появления видов, продуцирующих фитопатогены [3,4]. Однако, причины токсикоза имеют комплексный характер и вызываются не только биогенными, но и абиогенными факторами. К последним относится кислая реакция среды, повышенное содержание закисных соединений алюминия и железа, загрязнение почвы ксенобиотиками и др. [2].

Целью настоящей работы была оценка степени токсичности почв в условиях естественных и нарушенных экосистем на зонально-типовом уровне.

Исследования проводили на различных подтипах черноземов лесостепной и степной зон Воронежской области и дерново-подзолистых почвах разной степени оподзоленности и оглеенности Московской области. Образцы почвы отбирали в летний период с глубины 0-20 см. Фитотоксичность определяли контактным методом биотеста на почвенных пластинках (тест-объект кресс-салат). Скорость разложения клетчатки оценивали аппликационным методом с использованием льняного полотна [1].

Черноземные почвы имели разную степень гумусированности – от малогумусных выщелоченных (5,3%-5,8% гумуса) со слабо кислой реакцией среды (рН-6,5 ед.) до средне- и высокогумусированных – типичных и лугово-черноземных почв (6,8%-9,5% гумуса) с нейтральной реакцией среды почвенного раствора. В горизонте А дерново-подзолистых почв под различными биоценозами количество гумуса изменялось незначительно и составляло 3,1-3,6%, в то время как реакция среды водной вытяжки под лесными насаждениями была очень кислой, в среднем 4,4 ед., под залежью и пашней слабокислой – 6,0-6,3 ед. соответственно.

Значимым показателем контроля загрязнения почв можно считать активность разложения клетчатки, поступающей в почву с растительным опадом. Она зависит от численности, состава и активности микрофлоры, и регулируется, главным образом, составом растительных остатков, содержанием гумуса, азота и влажностью почвы. Согласно оценочной шкале Д.Г. Звягинцева [1] наибольшая активность целлюлаз выявлена в черноземных почвах под естественными фитоценозами (залежь). Скорость разложения клетчатки соответствовала средним значениям и не превышала 50% (табл.1). В дерново-подзолистых почвах, по сравнению с черноземными, разложение целлюлозы снижается в среднем в 1,4 раза. Не зависимо от типа почвы, агротехнические приемы, особенно длительное парование, приводили к падению целлюлозо-

разлагающей активности, от слабой до очень слабой степени, что легко объяснить небольшим количеством энергетического материала и вероятной перестройкой микробного комплекса в почвах агроценозов.

Таблица 1 – Фитосанитарное состояние почв под различными биоценозами

Почва	Способ использования	Фитотоксичность почвы, %	Скорость разложения клетчатки, %
Чернозем выщелоченный	залежь	3-8	32
	пашня, 58 лет	6-26	16-23
	пар, 58 лет	46-68	8
Чернозем типичный	залежь	5-8	43
	пашня, 45 лет	6-22	28-34
Лугово-черноземная	залежь	3-5	33
	пашня, 86 лет	8-20	18-22
Чернозем обыкновенный	залежь	5-8	38
	пашня	12-24	17-22
Дерново-подзолистая	залежь	10-20	21
	хвойный лес	16-24	29
	смешанный лес	17-32	30
	пашня	17-22	18

Распашка почвы, различные виды обработок, удобрения, пестициды приводят к изменению свойств почв, нарушают микробный комплекс и следовательно являются причиной «почвоутомления». В условиях черноземных почв, фитотоксические свойства не проявлялись на залежных участках (ингибирование всхожести семян не превышало 10%), но усиливались под пашней, в среднем в 3 раза (табл.1). Крайне неблагоприятные экологические условия складываются в длительно парующей почве. Всхожесть семян кресс-салата падала до 32 %, что соответствовало среднему уровню загрязнения среды [5]. Оценка фитосанитарного состояния показала слабую степень загрязнения дерново-подзолистых почв южной подзоны таежно-лесной зоны. Всхожесть семян тест культуры оставалась на уровне 70 %. Ингибирование всхожести семян кресс-салата варьировало от 10 до 32 %. что можно объяснить неблагоприятной кислой средой в дерново-подзолистых почвах, особенно под пологом хвойного и смешанного леса.

Таким образом, черноземы являются своеобразной моделью почв, оптимальных для сельскохозяйственного использования. Длительное агротехническое воздействие на эти почвы ослабляет их санитарную функцию, особенно в условиях парования. В дерново-подзолистых почвах южной подзоны таежно-лесной зоны выявлен низкий уровень биогенности и слабая степень токсичности по отношению к растениям, независимо от биоценоза.

Полученные результаты исследований могут быть использованы службой агроэкологического и фитосанитарного мониторинга для прогнозирования состояния почвенного покрова на зонально-типовом уровне.

Библиографический список.

1. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ,

1991. – 304 с.

2. Пароменская Л.Н. Альгологический метод определения фитотоксичности почв / Л.Н. Пароменская и др. // Почвоведение. – 2001. – №6. – С. 708-712.
3. Свистова И.Д. Биодинамика микробного сообщества почвы в антропогенных экосистемах лесостепи – дисс... д-ра биол. наук – Воронеж, 2005. – 485 с.
4. Стахурлова Л. Д. Биологическая активность как индикатор плодородия чернозёмов в различных биоценозах / Л. Д. Стахурлова, И. Д. Свистова. Д. И. Щеглов // Почвоведение. – 2007. – №6. – С. 769-774.
5. Трасс Х.Х. Биоиндикация состояния атмосферной среды городов / Х.Х. Трасс // Экологические аспекты городских систем. – М.: Наука и техника, 1984. С. 96-109.

УДК 631.459:631.421:631.95

ПОЧВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Сухановский Ю.П.

ФГБНУ «Курский Федеральный Аграрный Научный Центр», Курск

E-mail: soil-er@kursknet.ru

Резюме. Описано применение дождевальных установок и критериев подобия для исследования почвенных процессов. Показаны примеры исследования почвенных процессов.

Ключевые слова: почвенные процессы, дождевальные установки, критерии подобия, естественные дожди.

Summary. The use of rainfall simulators and similarity criteria for the study of soil processes is described. Examples of studying soil processes are shown.

Key words: soil processes, rainfall simulators, similarity criteria, natural rainfalls.

Курский ФАНЦ выполняет государственные заказы на проведение фундаментальных исследований. Объектом исследований является система: почва – растение – атмосфера. Главное внимание уделяется почве, используемой для производства растениеводческой продукции. Основной целью деятельности Российской академии наук (РАН) является проведение фундаментальных исследований, направленных на получение новых знаний и способствующих технологическому развитию России. Разработка более совершенных агротехнологий связана с решением трёх проблем: первая – как произвести необходимое количество продукции с необходимым качеством? вторая – как агротехнология повлияет на почвенные ресурсы? третья – как агротехнология повлияет на окружающую среду? Для решения этих проблем необходимы новые знания, в частности, о почвенных процессах (физических, химических и биологических). Также необходимы новые методы, которые обеспечат за короткий срок (ещё на стадии разработки агротехнологии) оценить последствия этой технологии.

Прогресс в экспериментальных исследованиях обеспечивают новые методы, приборы и оборудование. Методы представляют собой теорию, доведённую до практического применения. Например, некоторые фотометрические методы основаны на теории прохождения излучения через воду, содержащую растворённые вещества. Сначала создают теорию, а затем технические устройства. В результате получают метод. Дождевальные установки (ДУ) широко используют для исследования почвенных процессов. К этим процессам отно-

сят инфильтрацию дождевой воды, формирование поверхностного потока воды, отрыв и перенос почвенных частиц и агрегатов, массообмен растворёнными веществами между почвой и поверхностным потоком воды, влагоперенос и миграцию растворённых веществ в почве. Многие десятилетия для исследования этих процессов используют ДУ, и многие десятилетия была проблема: как экспериментальные данные, полученные для искусственного дождя, можно использовать для естественных дождей? Решение этой проблемы относится к физическому моделированию.

В экспериментальных исследованиях выделяют методы, называемые методами физического моделирования. Эти методы основаны на понятии подобия и критериев подобия. Наглядным примером является «продувка» в эрозионной трубе модели самолёта. Модель (или, другими словами, макет) представляет собой уменьшенную копию оригинала (самолёта). Например, длина самолёта 30 м, а длина модели 1 м, т.е. модель в 30 раз меньше оригинала. Применяя критерии подобия, можно данные измерений на модели использовать для оригинала (самолёта). Разработка критериев подобия относится к теории, а их использование на практике относится к методу физического моделирования. Достоинствами таких методов являются малые затраты на проведение эксперимента и возможность управлять условиями эксперимента.

Мы ввели следующее определение: любые искусственные и естественные дожди являются подобными, если при выпадении на одинаковую почву они производят одинаковый эффект (например, одинаковый смыл почвы, одинаковый поверхностный сток воды). Используя понятие потока энергии (из механики сплошных сред), в 2002 году [1] для дождей предложили следующие величины: A – эрозионная характеристика для искусственного дождя; AI – эрозионный индекс для естественного дождя. Для искусственного дождя с постоянной интенсивностью, с одинаковым размером капель, падающих с одинаковой скоростью (с одинаковой высоты), величина A (Дж/м²) определяется следующим выражением

$$A(t) = \frac{1}{2} \rho V I^2 t, \quad (1)$$

где ρ – плотность воды; V – скорость падения капель при ударе их о почву; I – интенсивность дождя (постоянная); t – продолжительность дождя от начала его выпадения. Для естественного дождя величина AI рассчитывается по известной зависимости интенсивности дождя от времени. Между этими величинами выполняется равенство

$$AI = 2,3 \cdot 10^4 A. \quad (2)$$

Нами были разработаны и запатентованы ранние конструкции дождевальных установок, обеспечивающих применение уравнения (1). Они создавали капли одинакового диаметра, падающих с одинаковой высоты (следовательно, с одинаковой скоростью при ударе их о почву). Все значения величин, входящих в (1), определяются очень просто. Диаметр капель рассчитывается по формуле массы шара, скорость падения V (зависящая от диаметра капли и высоты падения) с погрешностью 4,4% рассчитывается по формуле Даскалова

[2]. Для такого дождя исключается необходимость использовать дорогостоящее оборудование для измерения спектра капель (распределения капель по диаметру и по скорости падения). Требуется поддержание стабильной интенсивности дождя (в уравнении (1) она во второй степени).

Сначала была разработана ДУ с площадью орошения 5 м^2 (длина площадки 5 м, ширина 1 м). Результаты проведённых исследований смыва почвы и впитывающей способности почвы [3, 4] привели к доказательству, что величины A и AI являются критериями подобия. Это означает следующее: если в экспериментальных зависимостях для смыва почвы и для её впитывающей способности величину A заменить на AI , то эти зависимости можно использовать для естественных дождей. Для впитывающей способности почвы проверка такой замены была проведена по данным наблюдений за 28 лет дождевого стока с лога Малютки (Нишнедевицкая воднобалансовая станция в Воронежской области) [4]. Площадь водосбора 5 га. Слой стока определяется превышением интенсивности дождя $I(t)$ над впитывающей способностью почвы $K(t)$ ($I(t) - K(t) > 0$). Средневзвешенная разница рассчитанных слоёв стока от измеренных равняется 36%, а для суммарного рассчитанного слоя стока эта разница равняется –18%. Такую точность расчёта можно считать хорошей.

Важный вывод: экспериментальные данные по впитывающей способности почвы, полученные для площади 5 м^2 можно использовать для площади $5 \cdot 10^4 \text{ м}^2$, т.е. в 10 тыс. раз больше. Для объяснения этого эффекта была принята гипотеза: в натуральных условиях слой стока определяется, в основном, безнапорным впитыванием на межручейковой поверхности почвы. Для проверки этой гипотезы был проведён эксперимент [5] с двумя ДУ: большая ДУ орошала стоковую площадку 3 м^2 (длина 3 м и ширина 1 м), на этой площадке происходила ручейковая эрозия; портативная ДУ орошала площадку в форме круга с площадью $0,05 \text{ м}^2$, т.е. в 60 раз меньше и без ручейковой эрозии. Полученные результаты подтвердили гипотезу. Важный вывод: результаты, полученные с применением портативной ДУ, можно использовать для площади поверхности почвы в 1 млн. раз больше. Метод дождевания [5] включён в Глобальную базу данных измерения инфильтрации [6].

Если для дождей имеются многолетние данные наблюдений за стоком воды, то для растворённых веществ в стекающей воде такие систематические данные отсутствуют. Исследование этих веществ относится к задаче массообмена растворёнными веществами между почвой и поверхностным дождевым потоком воды. Были проведены экспериментальные исследования по применению метода дождевания для исследования процессов массообмена. В результате для дождей был принят третий критерий подобия – одинаковое содержание исследуемого растворённого вещества в искусственном и в естественном дожде [7]. Это дало возможность использовать для естественных дождей экспериментальные данные, полученные для искусственных дождей. Применение метода дождевания показало, что почва может, как терять растворённые вещества, так и получать их из дождевой воды [8].

В настоящее время методы дождевания для смыва почвы, впитывающей

способности почвы и для растворённых веществ являются единственными методами, которые дают возможность экспериментальные данные, полученные для искусственного дождя, использовать для естественных дождей.

Закключение. Разработанные простые и малозатратные методы дождевания обеспечивают прогресс в фундаментальных и прикладных исследованиях. Например, при испытании агротехнологии, используя портативную ДУ, можно с очень малыми затратами одновременно получать экспериментальные данные по впитывающей способности почвы и по растворённым веществам в стекающей воде. Далее, эти данные можно использовать для естественных дождей. Следовательно, с малыми затратами можно получать новые знания о возможных последствиях применения агротехнологии (ещё на стадии её разработки).

Библиографический список

1. Sukhanovski Yu.P., Ollesh G., Khan K.Y., Meisner R. A new index for rainfall erosivity on a physical basis // Plant Nutrition Soil Science. – 2002. – Vol. 165. – P. 51-57.
2. Сухановский Ю.П. Модификация методики дождевания стоковых площадок для исследования эрозии почв // Почвоведение. – 2007. – №2. – С. 215-222.
3. Сухановский Ю.П., Олlesh Г., Хан К.Ю., Майснер Р., Роде М., Волокитин М.П., Сон Б.К. Применимость универсального уравнения потерь почвы от эрозии (USLE) для условий Европейской территории России // Почвоведение. – 2003. – № 6. – С. 733-739.
4. Сухановский Ю.П. Зависимость инфильтрации от эрозионной характеристики дождя // Почвоведение. – 2003. – № 10. – С. 1248-1257.
5. Sukhanovskij, Y.P., Vitovtov, V.A., Prushchik, A.V., Solov'eva, Y.A., Sanzharova, S.I. Assessment of soil infiltration capacity by using portable rainfall simulator. // Dokuchaev Soil Bulletin. – Vol. 78. – P. 26-35.
6. Rahmati M. et al. Development and analysis of the Soil Water Infiltration Global database // Earth System Science Data. – 2018. – Vol.10. – P. 1237-1263. <https://doi.org/10.5194/essd-10-1237-2018>.
7. Сухановский Ю.П., Вытовтов В.А., Соловьева Ю.А., Прущик А.В., Санжарова С.И., Титов А.Г. Методика определения потерь из почвы биогенных веществ с использованием портативной дождевальной установки // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 6. – С. 68-71.
8. Сухановский Ю.П., Прущик А.В., Вытовтов В.А., Титов А.Г. Изучение влияния содержания в дожде биогенных веществ на их потери из почвы с использованием метода дождевания // Агрохимический вестник. – 2019. – № 6. – С. 59-63.

УДК 631.459: 631.582:631.92

СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ И ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТАХ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Тарасов С.А.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск

E-mail: sergejtarasov1989@mail.ru

Аннотация. Показано значение оптимальной структуры севооборотов в агроландшафтах на склоновых землях как одного из средств защиты почв от водной эрозии. Сделан анализ противоэрозионной эффективности различных культур в составе севооборотов и изложены механизмы их влияния на противоэрозионную устойчивость почвенного покрова. Отмечена особая роль многолетних трав в формировании эффективных почвозащитных сево-

оборотов.

Ключевые слова: агроландшафты на склонах, водная эрозия почв, почвозащитные севообороты, фитомелиоративные мероприятия, многолетние травы.

Abstract. *The value of the optimal structure of crop rotation in agricultural landscapes on sloping lands as one of the means of protecting soils from water erosion is shown. An analysis of the anti-erosion efficiency of various crops as part of crop rotation is made and the mechanisms of their influence on the erosion resistance of the soil cover are described. The special role of perennial grasses in the formation of effective soil-protective crop rotation is noted.*

Key words: *agrolandscapes on slopes, water erosion of soils, soil-protective crop rotation, phyto-reclamation measures, perennia grasses.*

В агроландшафтах на склоновых землях актуальной проблемой является формирование устойчивого к эрозионным процессам почвенного покрова. Значимость проблемы обусловлена тем, что более половины всех используемых пахотных земель в Российской Федерации находится в состоянии повышенной эрозионной опасности. Особенно высокая интенсивность проявления водной эрозии характерна для почв на склонах в лесостепной и степной зоне страны [1]. В сравнении с незэродированными почвами агрофизические свойства смытых почв значительно отличаются в худшую сторону по показателям, которые характеризуют условия роста и развития сельскохозяйственных культур, а также по их водопроницаемости, как фактора формирования стока и смыва почвенного покрова. Установлено, что в сравнении с несмытыми почвами на слабосмытых почвах плотность сложения выше на 1,46-2,63 %, и на сильносмытых почвах – на 11-22 %. Соответственно, уровень плодородия слабосмытых почв ниже на 25 %, среднесмытых почв – на 45 % и сильно смытых почв – на 70 %, чем на незэродированных почвах [2, 3]. Поэтому необходимо обосновывать и изыскивать механизмы, приемы и технологии, обеспечивающие защиту почв сельскохозяйственного назначения на склонах от водной эрозии.

Многочисленные научные публикации и опыт земледельческой практики однозначно свидетельствует о том, что устойчивость почв на склонах к водно-эрозионным процессам непосредственно связано с организацией оптимальной структуры севооборотов. Это обусловлено различным построением элементов технологий возделывания культур в составе севооборотов [4, 5], в том числе и системы обработки почвы, как основного фактора, обуславливающего формирование плотности сложения почвы, ее водопроницаемости и стока вод на склонах [6]. С учетом масштабности проблемы и высокой значимости защиты почв от водной эрозии, изучение сопротивляемости почв к размыву на склоновых землях под различными сельскохозяйственными культурами является актуальной проблемой, решение которой позволит формировать эффективные почвозащитные севообороты. За счет подбора культур в почвозащитных севооборотах можно оптимизировать агрофизические свойства почв, которые непосредственно влияют на их плотность, водопроницаемость, устойчивость почвенных агрегатов к размыву и, соответственно, на сток ливневых и талых вод и смыв почвенного покрова. С учетом средообразующих свойств культур севооборота, выражающихся в формировании определенных условий для про-

явления водопрочности почвенных агрегатов и водопроницаемости, можно обеспечить достаточную устойчивость почв к водной эрозии. На современном этапе необходимо систематизировать имеющуюся информацию по влиянию культур севооборотов на проявление водно-эрозионных процессов в агроландшафтах, уточнять критерии оценки противоэрозионной эффективности сельскохозяйственных культур, установить оптимальную степень насыщения почвозащитных севооборотов культурами с различной противоэрозионной эффективностью с учетом уровней факторов, влияющих на устойчивость почвенного покрова к водной эрозии.

М.В. Долганова [7] отмечает, что устойчивость почв к водной эрозии можно повышать за счет снижения эродирующей силы потоков воды на склонах, а также за счет повышения сопротивления почвенного покрова размыву водными потоками. Одним из приемов повышения сопротивления почв к размыву на склонах является использование в севооборотах соответствующие сельскохозяйственные культуры как фитомелиоративные приемы, способствующих снижению интенсивности проявления водной эрозии. Определены количественные показатели противоэрозионной эффективности растительного покрова различных сельскохозяйственных культур в условиях склонов по отношению к чистому пару. Показано влияние растительного покрова различных сельскохозяйственных культур и пара с учетом предшествующей культуры на сопротивление почв к размыву и их ранжирование по почвозащитной эффективности. Установлено, что сопротивляемость почв к размыву повышается с увеличением сухой массы корней под культурами, площади покрытия поверхности почвы стеблестоем растений и с увеличением содержания гумуса в почве. Установлено, что самой низкой противоэрозионной эффективностью обладают пропашные культуры, особенно после пропашных предшественников, и наиболее высокая эффективность отмечается у многолетних трав, особенно третьего года использования. Озимые зерновые культуры отличаются более высокой противоэрозионной эффективностью, в сравнении с яровыми зерновыми культурами. Относительно низкая противоэрозионная эффективность у зернобобовых культур, что объясняется формированием ими слабо развитой корневой системы и оставлением в почве небольшого количества послеуборочных растительных остатков.

Характерно, что после многолетних трав относительно высокая противоэрозионная эффективность проявляется у озимых и даже яровых зерновых культур. Под многолетними травами скрепляются почвенные агрегаты, и возрастает и их водопрочность [8]. Высокий уровень структурности почвы и относительно высокое содержание водопрочных агрегатов на фоне люцерны второго года пользования сохранялись даже при последующем первом и повторном возделывании яровой пшеницы [9].

Тем не менее, степень насыщения почвозащитных севооборотов культурами, обладающими различной противоэрозионной эффективностью, следует определять с учетом множества критериев, позволяющих не только сохранить плодородие почв, но и обеспечить научно-обоснованные объемы производства

той или иной сельскохозяйственной продукции. То есть, необходимо учитывать при формировании структуры посевных площадей не только крутизну склонов и другие факторы, влияющие на интенсивность проявления эрозионных процессов, но и экономическую целесообразность производства сельскохозяйственной культуры. Многолетние травы – это в основном культуры кормового назначения. Однако в настоящее время из-за сокращения поголовья животных и имеющемуся дисбалансе в соотношении растениеводческой и животноводческой отрасли в хозяйствах – производителях сельскохозяйственной продукции, потребность в кормах в виде многолетних трав также снижается. Очевидно, что существенный вклад в решение проблемы защиты почв на склоновых землях от водной эрозии внесет развитие животноводческой отрасли. Существует мнение, что даже при современном состоянии поголовья животных обеспеченность их кормами недостаточная для составления сбалансированных рационов по протеину и энергии. Поэтому в решении проблемы кормовой базы животноводства увеличение площадей посева многолетних трав является актуальной задачей. К тому же многолетние травы входят в категорию кормов, которые в кормопроизводстве являются самыми низкозатратными [10]. По мнению ряда исследователей, в структуре посевных площадей на эрозионно-опасных землях доля многолетних трав должна быть в пределах 20-30 % [11, 12 и др.].

Анализ результатов научных исследований позволяет заключить, что в агроландшафтах со сложным рельефом необходимо насыщать севообороты культурами с высокой противоэрозионной эффективностью, такими, как многолетние травы, за счет снижения доли пропашных культур и других культур с низкой противоэрозионной эффективностью.

Библиографический список

1. Манаенков А.С., Корнеева Е.А. Капиталоемкость противоэрозионного обустройства пашни на склоновых землях европейской территории России (ЕТР) // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2015. – № 3 (39). – С. 64-68.
2. Полуэктов Е.В., Цвылев Е.М. Почвенно-климатические ресурсы Ростовской области: монография. - Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2008. – 355 с.
3. Кисс Н.Н. Технологические проблемы склонового земледелия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (52). – С. 16-18.
4. Гаевая Э.А., Мищенко А.Е., Сафонова И.В. Борьба с водной эрозией в севооборотах на склоновых землях // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2012. – № 1. – С. 91-100.
5. Катаева М.В., Зангиева В.Э. Роль севооборотов в защите почв от эрозии // Вестник научных конференций. – 2016. – № 9-5(13). – С. 90-91.
6. Полуэктов Е.В. Сток талых вод с различной по степени уплотненности пашни // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2015. – № 3 (19). – С. 139-149.
7. Долганова М.В. Повышение эрозионной устойчивости почв агроландшафтов Брянской области фитомелиоративными мероприятиями // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 115. – С. 173-182.
8. Сухомлинова Н.Б., Чешев А.С. Эколого-мелиоративные мероприятия в районах с развитой эрозией почв // Экономика и экология территориальных образований. – 2019. – Т. 3. –

№ 1 (8). – С. 35-45.

9. Берзин А.М., Полосина В.А., Калинина О.Б. Структура и водопрочность почвенных агрегатов чернозема выщелоченного в севооборотных звеньях с чистыми, сидеральными парами и люцерной // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 8. – С. 43-47.

10. Гребенников В.Г., Шипилов И.А., Великдань Н.Т. Кормопроизводство как фактор развития животноводства в современных условиях // Сельскохозяйственный журнал. – 2013. – Т. 2. – № 6 (1). – С. 146-152.

11. Парахин Н.В., Амелин А.В., Потаракин С.В., Петрова С.Н. Оптимизация структуры посевных площадей как фактор повышения устойчивости и эффективности растениеводства // Вестник аграрной науки. – 2007. – Т. 6. – № 3. – С. 2-8.

12. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Продовольственная и экологическая безопасность страны // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов, выпуск 9 (57) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – Москва: Угрешская Типография, 2016. – С. 5-12.

УДК 631.417

АГРОТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ ЮГА УЗБЕКИСТАНА И УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР ХЛОПКОВОГО КОМПЛЕКСА

Ташкузиев М.М., Бердиев Т.Т., Очилов С.К.

НИИ почвоведения и агрохимии, г. Ташкент, Узбекистан

E-mail: gosniipa@gmail.com

Резюме. В статье освещены вопросы состояния плодородия почв пустынной зоны республики, приводятся результаты исследований по применению агротехнологии, направленной на улучшение основных свойств почвы, обогащение их органическим веществом, повышения продуктивности культур хлопкового комплекса. Приводится сущность агротехнологии применительно почвам пустынной зоны.

Ключевые слова: орошаемые почвы, органическое вещество, минеральные и органические удобрения, агротехнология, хлопчатник, озимая пшеница, кукуруза, маш, сидерация.

Abstract. The article discusses the issues of soil fertility in the desert zone of the republic, presents the results of studies on the application of agricultural technology aimed at improving the basic properties of the soil, enriching them with organic matter, and increasing the productivity of cotton complex crops. The essence of agricultural technology in relation to soils of the desert zone is given.

Key words: irrigated soils, organic matter, mineral and organic fertilizers, agricultural technology, cotton, winter wheat, corn, mung bean, green manure.

Введение. Исследования последних лет выявили значительного уменьшения содержания гумуса и азота в почвах. Так, в настоящее время, в пахотном слое орошаемого типичного серозема сероземной зоны гумуса содержится 0,70-1,20%, пустынной зоны – 0,85-0,97%, а в луговых почвах – 1,20-1,60 % и 0,80-1,15% соответственно, что меньше в 1,3-1,5 раза и более по сравнению – 1980 годом. По характеру содержания гумуса в генетических горизонтах почв, разработанной нами применительно аридной зоне, эти показатели относятся к низким и средним показателям [1, 2]. Это указывает на то, что в условиях почв республики, необходимо внести изменения в существующую систему землепользования и агротехнологию возделывания сельскохозяйственных культур

[3]. Такая агротехнология в период исследований 2003-2008 г.г, была разработана применительно не засоленным почвам пояса типичных сероземов [4,5].

Ниже остановимся на отдельных результатах исследований по применению этой агротехнологии применительно почвам пустынной зоны республики в фермерских хозяйствах Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований служили орошаемая незасоленная сероземно-луговая и слабозасоленная такырно-луговая почвы в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях республики. Так, в Яккабагском районе в 2010-2011 годы в производственных условиях фермерском хозяйстве «Хусниддин Жўра бобо набираси» ставились полевые опыты в 4 вариантах, повторность 3-х кратная, на площади 3 га. Размер каждой делянки $167\text{м} \times 20 \text{ряд} \times 0,6\text{м} = 2004 \text{ м}^2$. Почва – сероземно-луговая. В Ангорском районе Сурхандарьинской области в 2008-2011 годы опыты ставились на слабозасоленной орошаемой такырно-луговой почве в фермерском хозяйстве «Бахтияр Нарзулла» в 5 вариантах, 3-х кратной повторности. Размер каждой делянки – 72 м^2 , общая площадь – 1080 м^2 .

Полевые опыты с возделыванием основных, повторных и промежуточных культур ставились по методике Союз НИХИ (1981). Анализы почв проводились по общепринятым методикам, описанных в руководствах Союз НИХИ (1977) и Е.В. Аринушкиной (1970).

В этих опытах осенью под урожай хлопчатника, в соответствии с рекомендациями, вносили полную норму органических удобрений (полуперепревший навоз), 60% от годовой нормы фосфорные и 50% калийные удобрения. В опыте на сероземно-луговой почве весной высевали хлопчатник сорта Бухара-8. Осенью после уборки урожая хлопка-сырца вносили органические и минеральные удобрения и высевали озимую пшеницу сорта «Бабур». Летом следующего года после уборки урожая пшеницы выращивали кукурузу сорта Карасув 350 АМВ, совмещенной бобовыми (маш, соя). Осенью того же года, после внесения основных удобрений (органических и минеральных) под хлопчатник следующего года высевали промежуточные культуры (овес, рапс) с тем, чтобы на следующий год после уборки зеленой массы этих культур, вспахивали пожнивных и корневых остатков и весной сеять хлопчатник, как в начале опыта по предлагаемой агротехнологии. В таком же порядке проходила ротация севооборота по предлагаемой смене и чередовании культур.

Такая же последовательность возделывания культур и внесения органических и минеральных удобрений в 3-х летнем опыте на слабозасоленной такырно-луговой почве. В этом опыте, до посева хлопчатника, почва один раз за ротацию, промывается от водорастворимых солей. Весной высевали хлопчатник сорта Бухара-6, затем озимой пшеницы сорта «Крошка», повторная культура – маш, затем промежуточные (овес, рапс) и распахивались их корневые, пожнивные остатки.

В результате применения предлагаемой агротехнологии, направленной на обогащение почвы органическим веществом (внесение органических, минеральных, микробиологических удобрений), а также возврата отчуждаемых ос-

татков растений, содержащих питательные вещества, улучшается плодородие почвы, предотвращается реставрация солей, норма применяемых минеральных удобрений снижается в 1,5-2 раза.

Результаты исследований по опыту на сероземно-луговой почве Яккабагском районе Кашкадарьинской области были подробно освещены в предыдущем нашем сообщении. В настоящем сообщении остановимся на результатах исследований по Сурхандарьинской области.

Результаты исследований. В полевом опыте на орошаемой сероземно-луговой почве, при применении предлагаемой агротехнологии в течение 3 года (за ротацию смены культур) и внешним разных норм навоза (20 и 40 т/га) и биогумуса (5 т/га) при сокращении нормы минеральных удобрений в 1,5-2 раза, заметно увеличилось в почве содержание гумуса (С орг.) и азота, а также основных элементов питания растений.

По полученным данным, в начале опыта до посева хлопчатника, в пахотном и подпахотном горизонтах почвы всех вариантов содержалось, соответственно 0,960-1,027 % и 0,792-0,860% гумуса, а азота – 0,118-0,124% и 0,088-0,106%, и они были близкими. Количество гумуса и валового азота за период вегетации возделываемых культур закономерно увеличивается в зависимости от варианта опыта, что связано с внесением минеральных, органических удобрений и поступлением в почву свежих органических остатков от вегетативной массы растений, а также корневых и пожнивных остатков.

Полученные результаты по данному опыту выявляли, что за 3 года проведения опыта в контрольном варианте опыта с минеральными удобрениями в 0-50 см слое почвы содержание гумуса (углерода гумуса) и общего азота увеличивается, соответственно на 0,123 и 0,011% или на 4,92 т/га и 0,44 т/га. А на вариантах опыта, где применяли агротехнологию и вносили навоз в количестве 20 и 40 т/га на фоне сниженной нормы минеральных удобрений в 1,5-2 раза, количество углерода гумуса и общего азота увеличилось в 0-50 см слое почвы на 0,390-0,551% и 0,034-0,039 %, что равно по гумусу 15,6-22,0 т/га и азоту на 1,56-1,36 т/га соответственно. На варианте, где вносили биогумус в количестве 5 т/га при сниженной норме минеральных удобрений в 2 раза, отмечено увеличение углерода гумуса в этом слое почвы на 0,571% или 22,84 т/га, азота общего – на 0,024% или 0,960 т/га соответственно.

В этих опытах также были получены положительные результаты в отношении динамики изменения содержания усвояемых форм растениями минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия, превышающие контрольного варианта с полной нормой минеральных удобрений в 1,2-1,3 и более раза в зависимости от фазы развития растений и варианта опыта.

Полученные положительные результаты от применения агротехнологии в отношении содержания гумуса, азота, а также доступных растениям форм питательных элементов способствовали в показателях роста, развития и продуктивности возделываемых культур. Так, на хлопчатнике, в контрольном варианте в среднем получены 31,8 ц/га урожая хлопка сырца, а на варианте, где вносили навоза из расчета 20 т/га при заниженных нормах минеральных удоб-

рений в 1,5 раза, в сравнении с контрольным вариантом, прибавка составила 5,9 ц/га, а на варианте, где применяли 40 т/га навоза при снижении нормы минеральных удобрений в 2 раза, прибавка составила 9,0 ц/га. На варианте опыта, где применяли биогумус из расчета 5 т/га на фоне сниженной нормой минеральных удобрений, в сравнении с контрольным вариантом, прибавка составила 1,2 ц/га.

В проводимом полевом опыте на слабозасоленной орошаемой такырно-луговой почве пустынной зоны получены аналогичные результаты в отношении накопления в почве органического вещества, улучшении питательного режима почвы, росте и развитии возделываемых культур и их продуктивности.

В этом опыте имелись контрольный вариант без удобрений – N₂₀₀ P₁₄₀ K₁₀₀ и варианты с внесением сокращенной нормы минеральных удобрений в 1,5-2 раза за счет внесения 20 и 40 т/га полуперепревшего навоза и применения микробиологического препарата МЭРС в количестве 100 мл/га.

Полученные результаты показывают, что от применения органических удобрений и микробиологического препарата на 3-5 вариантах опыта, по сравнению с исходным состоянием, содержание валового фосфора в почвах увеличилось на 0,03-0,09 % или на 1,2-3,6 т/га, калия на 0,06-0,15 % или 2,4-6,0 т/га.

Выявлено, применение Агро технологии в течение 3-х лет на такырно-луговых почвах пустынной зоны внесением органических удобрений из расчета 20 и 40 т/га и микробиологического препарата при сокращении нормы минеральных удобрений в 1,5-2 раза, способствовало накоплению в почве органического вещества (гумуса). Так, на неудобренном контрольном варианте, в верхних 0-30 и 30-50 см слоях почвы, содержание органического вещества уменьшилось на 0,191 % или 7,64 т/га. На контрольном варианте с минеральными удобрениями, за счет корневых и пожнивных остатков возделываемых культур в 0-50 см слое почвы содержание гумуса повысилось на 0,147 % или 5,9 т/га (табл).

Таблица – Изменение содержания органического вещества при применении агротехнологии на орошаемой такырно-луговой почве

Варианты	Глубина, см	Гумус, %					Изменение органического вещества
		10.04.09	25.05.10	05.11.10	03.04.11	25.09.11	
N ₀ P ₀ K ₀ . контроль	0-30	1,290	1,300	1,130	1,145	1,195	-0,095
	30-50	1,070	1,100	0,979	0,940	0,974	-0,096
N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ Контроль с мин. удобрениями	0-30	1,401	1,403	1,405	1,485	1,498	0,097
	30-50	1,200	1,230	1,230	1,230	1,250	0,050
N ₁₃₅ P ₉₅ K ₆₅ +20 т/га навоз	0-30	1,407	1,429	1,435	1,475	1,532	0,125
	30-50	1,226	1,200	1,214	1,219	1,265	0,039
N ₁₀₀ P ₇₀ K ₅₀ +40 т/га навоз	0-30	1,458	1,499	1,550	1,575	1,593	0,135
	30-50	1,268	1,316	1,300	1,330	1,325	0,057
N ₁₃₅ P ₉₅ K ₆₅ +МЭРС	0-30	1,390	1,418	1,422	1,430	1,465	0,075
	30-50	1,181	1,197	1,205	1,225	1,238	0,057

Применение агротехнологии, где норма минеральных удобрений сокращена в 1,5 и 2 раза и внесены органические удобрения из расчета 20 и 40 т/га, содержание гумуса (углерода органического вещества) в 0-50 см слое почвы повысилось на 0,164 % или 6,67 т/га и на 0,192 % или 7,78 т/га. А на варианте с микробиологическим препаратом, при сниженной норме минеральных удобрений в 1,5 раза, в этом слое почвы отмечено увеличение содержания углерода гумуса на 0,132 % или 5,3 т/га. Также получены результаты, наряду с увеличением в почве содержания гумуса, отмечается в 0-50 см слое почвы увеличение содержания усвояемых растениями форм фосфора и калия в 1,1-1,2 раза.

Эти положительные результаты в отношении обогащения почвы органическим веществом, улучшения ее питательного режима, сказались в улучшении роста, развития растений и их урожайности. Так, на варианте опыта, где вносили 40 т/га навоза при уменьшении нормы минеральных удобрений, урожайность хлопчатника составила 37,0 ц/га, что на 4,7 ц/га больше, чем на контрольном варианте с минеральными удобрениями.

Установлено что в результате обогащения почвы органическим веществом, улучшения ее питательного режима, получена прибавка урожая от хлопчатника 3,8-5,2 ц/га, озимой пшеницы -9,4-11,0 ц/га, маша -2,1-3,4 ц/га.

Выводы

1. Применение агротехнологии обогащения почвы органическим веществом в системе основных культур «хлопчатник – озимая пшеница» посевами повторных и промежуточных способствовало повышению в почве содержания гумуса, азота, подвижных питательных веществ, что сказалось на росте, развитии возделываемых культур и их урожайности.

2. В опыте на сероземно-луговой почве за счет внесения высоких норм навоза и биогумуса, улучшения питательного режима почвы, прибавка в урожае хлопчатника составила 1,2-9,0 ц/га, по зерну пшеницы 6,1-12,4 ц/га, кукурузы на зерно – 9,2-24,8 ц/га и 6,0 – 33,8 ц/га зеленой массы. На такырно-луговой почве, за счет применения высоких норм органических удобрений и микробиологического препарата, также получена прибавка от хлопчатника на 3,8-5,2 ц/га, озимой пшеницы 9,4-11,0 ц/га и маша – 2,1-3,4 ц/га.

Библиографический список

1. Ташкузиев М.М. Методические указания по использованным содержания в почве общего гумуса и подвижных гумусовых веществ в качестве показателей ее плодородия. Ташкент, 2006. – 47 с.
2. Ташкузиев М.М., Шербек А.А. Органическое вещество некоторых почв сероземного пояса и агротехнологии направленные на повышения их плодородия “Аграрная наука – сельскому хозяйству” III-Международная наука – практическая конференция. Сборник статей, Барнаул, 2008.
3. Ташкузиев М.М., Зиямухамедов М.А. Концепция научных основ оптимизации химического состава почвы, повышения ее плодородия и предложения производству, Ташкент, 2004. – 40 с.
4. Ташкузиев М.М. Влияние агротехнологии по управлению органическими веществами на плодородие орошаемого типичного серозема. В материалы международной научной конференции “Состояние и перспективы развития почвоведения”, Алматы-2005. – с.147-148.

5. Ташкузиев М.М., Эшбекова Ф.Х., Шербеков А.А. Система агротехнологий, направляемая на повышение плодородия почвы и продуктивности растений. Материалы международной научно-практической конференции. Проблемы современной экологии и биосоциальные вопросы регионального развития. Шымкент, 2010. – С.199-203.

УДК: 631.41

ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР ХЛОПКОВОГО СЕВООБОРОТА ПРИ ВЕДЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Ташкузиев М.М., Бердиев Т.Т., Шадиева Н.И., Очилов С.К., Карабеков О.Г.

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент

E-mail: maruf41@rambler.ru

Резюме: В статье приведены результаты исследований по применению агротехнологии, направленной на обогащение почвы органическим веществом в системе «хлопчатник-озимая пшеница» посевами повторных и промежуточных культур. Получены данные, показывающие преимущества применения только органических удобрений, в сравнении с минеральными, на показатели плодородия почвы и урожайности пшеницы.

Ключевые слова: органические удобрения, гумус, питательные элементы, урожайность, озимая пшеница, биогумус.

Введение Важным показателем плодородия является наличие в почве органических веществ. При ведении органического земледелия исключается применение дорогостоящих синтетических минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов и др.

Следует отметить, в Республике Узбекистан имеется большой потенциал и перспективы для создания и развития органического земледелия. Для условий республики является важным широкое внедрение органического земледелия, позволяющего получить экологически чистых почвенных условий и продуктов растениеводства.

На основе проведенных нами исследований (2003-2008 г.) разработана агротехнология, направленная на обогащение почвы органическим веществом, повышение ее плодородия и урожайности культур хлопкового комплекса [1-3].

В этих исследованиях применяли различные виды органических удобрений, при снижении нормы минеральных удобрений в 1,5-2 раза и были получены результаты, где за вегетации растений в почве содержалось большее количество органического вещества (углерода гумуса), элементов питания в сравнении с минеральными удобрениями и получены прибавки на 2-4 ц/га от хлопчатника и 8-12 ц/га – озимой пшеницы. С учетом того, что в этих опытах высокие нормы органических удобрений компенсируют минеральных в отношении снабжения растений питательными элементами, нами в последние годы проводятся исследования по биологизации земледелия внесением различных видов только органических удобрений. Результаты этих исследований с хлопчатником на первый год приведены в предыдущем нашем сообщении [4].

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на староорошаемом типичном сероземе на территории экспериментального опытного

участка Аккавак НИИССАВК (бывший УзНИИХ) Ташкентской области применением различных органических удобрений посевами основных (хлопчатник, озимая пшеница), повторных и промежуточных культур. На первый год из основных культур выращивали хлопчатник и с осени возделывается пшеница.

Опыты проводились по методике СоюзНИИХИ (1981). Анализы почв выполнены по общепринятым методикам, описанным в руководствах СоюзНИИХИ (1977) и Е.В. Аринушкиной (1970).

Опыты ставились в 5 вариантах, повторность 3-х кратная, размер делянки 96 м^2 , общая площадь - 1440 м^2 . Опыты для всех культур состоят из следующих вариантов:

1. $N_{160} P_{110} K_{80}$ – контроль, с минеральными удобрениями. 2. Биогумус, 10 т/га. 3. ВМГ – отход производства биогазовой технологии, 10 т/га. 4. Полуперепревший навоз, 30 т/га. 5. Полуперепревший навоз, 40 т/га. Для хлопчатника и озимой пшеницы и повторных культур в контрольном варианте минеральные удобрения вносятся по указанной выше норме, а органические удобрения вносятся один раз для основных, повторных и промежуточных культур, без применения минеральных удобрений.

Результаты и их обсуждение: В исходном состоянии, перед началом опыта, по предлагаемой агротехнологии, до посева хлопчатника (14.04.2018), на делянках всех вариантов опыта, в 0-30 и 30-50 см слоях почвы гумуса содержалось 0,874-1,060 % и 0,720-0,924 % соответственно. В конце вегетации хлопчатника на варианте-1, где применялись только минеральные удобрения, в 0-30 и 30-50 см. слоях его количество несколько снизилось и составило 0,995 и 0,864 % соответственно, что равно 0,065 и 0,041 % или на 2,60 и 1,64 т/га. На варианте-2, где вносили только биогумус в норме 10 т/га, в сравнении с исходными содержанием, в этих слоях почвы отмечено увеличение гумуса на 0,066 и 0,017 % или на 2,64 и 0,68 т/га, а в 0-50 см слое – на 3,32 т/га. На других вариантах с органическими удобрениями также отмечается увеличение его количества. Так, на варианте-3, где вносили в норме 10 т/га органического удобрения ВМГ, отмечено увеличение количества гумуса в этих слоях на 0,064 и 0,034 % или на 2,56 и 1,36 т/га, а в 0-50 см слое – на 3,92 т/га. А на вариантах 4 и 5, где вносили только органические удобрения в виде навоза из расчета 30 и 40 т/га, в этих слоях отмечено увеличение гумуса, соответственно, на 0,053 и 0,24 % (или 2,12 и 0,96 т/га, в 0-50 см. слое – на 3,08 т/га) и 0,056 и 0,038 % (или 2,24 и 1,52 т/га, в слое 0-50 см на 3,76 т/га).

В опыте с хлопчатником, наряду с увеличением в почве содержания гумуса, за период его вегетации по всем основным фазам развития на вариантах 2-5 с органическими удобрениями, отмечено заметное увеличение количества питательных элементов в почве в сравнении с контрольным вариантом-1, где применяли только минеральные удобрения. Об этих изменениях были отмечены в нашем предыдущем сообщении [4].

По предлагаемой агротехнологии, после хлопчатника, на этих делянках всех вариантов вносили минеральные и органические удобрения, в соответст-

вии схемы опыта, возделывали озимой пшеницы, при соблюдении агротехники этой культуры.

Ниже остановимся на результатах опыта с озимой пшеницей, где также рассматривалось влияние различных органических удобрений на динамику содержания подвижных элементов питания в основных фазах ее развития и содержания гумуса в конце вегетации растения (таблица).

Таблица – Динамика содержания гумуса и подвижных элементов питания за период вегетации озимой пшеницы, мг/кг

№	Глубина, см	14.04.2018	13.02.2019			11.04.2019			15.07.2019			
		Гумус %	NH ₄ +N O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ +NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус %	NH ₄ +NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0-30	1,060	16,3	15,0	168	24,5	24,0	180	0,989	18,0	20,0	231
	30-50	0,905	7,9	13,0	132	20,6	19,0	144	0,774	15,0	15,0	177
2	0-30	0,943	24,5	16,0	178	20,5	30,0	181	1,192	25,2	35,0	278
	30-50	0,924	7,0	19,0	142	18,3	17,0	144	1,112	14,3	26,0	211
3	0-30	0,874	16,0	39,0	304	31,4	43,0	192	1,030	15,1	39,0	273
	30-50	0,720	11,6	26,0	160	18,3	23,0	144	0,765	10,5	29,0	211
4	0-30	0,960	15,0	38,0	259	33,0	48,0	241	1,124	15,9	40,0	273
	30-50	0,886	13,0	29,0	168	19,6	22,0	192	0,936	6,3	30,0	208
5	0-30	1,051	19,3	37,0	286	30,5	49,0	294	1,132	17,8	45,0	285
	30-50	0,893	12,0	32,0	181	20,2	23,0	215	1,122	6,3	33,0	203

По данным этой таблицы выявляется, в сравнении с вариантом, где вносили только минеральные удобрения, на вариантах с различными органическими удобрениями без минеральных, по основным фазам вегетации озимой пшеницы не наблюдается уменьшения в почве содержания подвижных элементов питания и отмечается заметное увеличение количества доступного растениям фосфора и калия, при равном или несколько большем содержании минерального азота.

Так, в фазе кущения пшеницы (13.02.2019) в 0-50 см слое почвы, самые высокие показатели по содержанию минерального азота отмечены на вариантах 5 и 4, равное 31,3 и 28,0 мг/кг, что превышает контрольного варианта-1 на 7,1 и 3,8 мг/кг, соответственно. Также в этих вариантах самые высокие показатели в 0-50 см слое почвы получены по содержанию подвижного фосфора и обменного калия, равное 69-67 мг/кг и 467-427 мг/кг соответственно, что превышает контрольного варианта на 41-39 мг/кг и 167-127 мг/кг, соответственно.

В фазе трубкования пшеницы (11.04.2019) самые высокие показатели в 0-50 см слое почвы по содержанию минерального азота также получены на вариантах 4 и 5, где отмечено 50,7 и 52,6 мг/кг, что превышает контрольного варианта-1 на 5,6 и 7,5 мг/кг. В вариантах с внесением по 10 т/га биогумуса и ВМГ в 0-50 см слое почвы содержалось 47,0 и 66,0 мг/кг подвижного фосфора, что превышает контрольного варианта на 4,0-23 мг/кг. Наибольшее количество подвижного фосфора приходится на варианты 4 и 5 с высокими нормами навоза, равное в 0-50 см слое на 70,0 и 72,0 мг/кг, что превышает контрольного варианта-1 на 27 и 29 мг/кг соответственно. При близком содержании в

этом слое почвы с контрольным вариантом на вариантах с биогумусом и ВМГ по количеству обменного калия, отмечено заметное увеличение его содержания на вариантах с навозом 4 и 5, где оно превышает на 109 и 185 мг/кг.

В фазе созревания пшеницы, во всех вариантах опыта отмечено заметное уменьшение количества минерального азота, а также фосфора в сравнении с предыдущей фазой – трубкования при увеличении содержания обменного калия. В этой фазе в вариантах с органическими удобрениями, отмечено близкое количество минерального азота в 0-50 см слое почвы, при заметном увеличении содержания доступного фосфора и калия на фоне органических удобрений в сравнении с контрольным вариантом. Так, на вариантах 4 и 5 в слое 0-50 см почвы по фосфору отмечено увеличение в сравнении с контрольным на 35 и 43 мг/кг, по калию - на 73 и 80 мг/кг.

Результаты анализа по содержанию гумуса в конце вегетации озимой пшеницы (15.07.2019) повторяют ту же закономерность, что было отмечено по хлопчатнику. Так, на варианте-1, где применяли только минеральные удобрения, в сравнении с исходным содержанием (14.04.2018) в 0-30 и 30-50 см слоях почвы отмечено снижение содержания гумуса на 0,071 и 0,131 %, что равно 2,84 и 5,24 т/га, а для слоя 0-50 см составляет 8,08 т/га.

На варианте-2, где вносили 10 т/га биогумуса, в 0-30 и 30-50 см слоях почвы отмечено увеличение содержания гумуса на 0,249-0,188 % или 9,96-7,52 т/га (для слоя 0-50 см равное 17,48 т/га) и варианте-3 с внесением ВМГ – на 0,156-0,045 % или на 6,24-1,80 т/га (в слое 0-50 см равное 8,04 т/га). На вариантах 4 и 5 также отмечено заметное увеличение количества гумуса в сравнении с исходным его содержанием. Так на варианте-4 эти показатели в 0-30 см и 30-50 см слоях составили 1,164 и 0,05 % или 6,56-2,00 т/га (для 0-50 см слоя равное 8,56 т/га), а на варианте-5 с высокой нормой 40 т/га навоза - 0,081 и 0,229 % или 3,24-9,16 т/га (для слоя 0-50 см равное 12,40 т/га).

Следовательно, по полученным данным, за истекший период в контрольном варианте только с минеральными удобрениями в 0-30 и 30-50 см слое отмечено уменьшение гумуса на 0,071 и 0,131 %, что в пересчете на 0-50 см слой почвы составляет 8,08 т/га. На вариантах с органическими удобрениями в этих слоях отмечено увеличение гумуса соответственно: 0,249-0,188 %; 0,156-0,045 %; 1,164-0,05 % и 0,081-0,229 %, что равно для слоя 0-50 см в т/га: 17,48; 8,04; 8,56 и 12,40.

Эти положительные результаты в отношении улучшения питательного режима почвы и обогащения ее органическим веществом сказались на росте, развитии и урожайности озимой пшеницы.

По показателям растения в 1 м² в фазе созревания пшеницы в контрольном варианте количество продуктивных ветвей составило 400 штук, на вариантах 2-5 отмечено увеличение на 109-201 штук. Общий вес одного растения в контроле составил 1056,3 г, а на вариантах с органическими удобрениями, этот показатель составил соответственно, в граммах: 1387,2; 1312,0; 1269,0 и 1297,7 что выше на 212,7-330,9 г. Вес 1000 штук зерна в контрольном варианте составил 43,6 г, а на вариантах 2-5 отмечено увеличение от 2,9 до 9,2 г. Урожай-

ность пшеницы на контрольном варианте составила 51,6 ц/га, а на вариантах с органическими удобрениями получена прибавка от 3,8 до 10,6 ц/га.

Выводы

1. Последовательное выращивании хлопчатника и озимой пшеницы по предлагаемой агротехнологии, направленной на биологизацию земледелия, за вегетацию растений показало значительное увеличение в почве содержания подвижных элементов питания на вариантах с органическими удобрениями, по сравнению с внесением одних минеральных удобрений.

2. Применение органических удобрений, наряду с улучшением питательного режима почвы, способствовало за вегетацию хлопчатника и озимой пшеницы увеличению в почве общего гумуса в 0-50 см слое почвы от 8,04 до 17,48 т/га в сравнении с вариантом, где применяли только минеральные удобрения. В результате этого получена прибавка в урожай озимой пшеницы 3,8-10,6 ц/га при урожайности 51,6 ц/га в контрольном варианте.

Библиографический список

1. Ташкузиев М.М., Каримбердиева А.А., Бердиев Т.Т., Очилов С.К. Агротехнология повышения плодородия почвы пустынной зоны приаралья при возделывании хлопчатника // «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия» сборник докладов Международной научно-практической конференции. г.Курск, 24-25 апреля 2019 г., – С. 356-359.
2. Ташкузиев М.М., Очилов С.К., Бердиев Т.Т., Шербеков А.А. Агротехнологии, направленные на повышение плодородия почвы и урожайности возделываемых культур // «Аграрная наука-сельскому хозяйству». Международной научно-практической конференции. - Барнаул, 2013. – С. 235-237.
3. Ташкузиев М.М., Очилов С.К., Бердиев Т.Т. Агротехнология повышения плодородия почв сероземного пояса в системе культур хлопкового севооборота // «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов» сборник докладов Международной научно-практической конференции. Курск, 2019. – С. 32-36.
4. Ташкузиев М.М., Шадиева Н.И., Очилов С.К., Бердиев Т.Т. Повышение плодородия почвы, урожайности возделываемых культур биологизацией земледелия // «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия» сборник докладов Международной научно-практической конференции. г.Курск, 24-25 апреля 2019 г., – С. 352-356.

УДК 631.459

ИЗУЧЕНИЕ ВЫНОСА CU НА ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ

Титов А.Г.¹, Корнеев Ю.Н.²

¹ФГБНУ «Курский ФАНЦ», г. Курск

²ФГБНУ «ВНИИ радиологии и агроэкологии»

E-mail: titov_a_g@mail.ru

Резюме. Представлены исследования выноса меди из чернозема типичного методом дождевания стоковых площадок. Метод дождевания позволяет оценить количество выносимых веществ при выпадении дождя на почву.

Ключевые слова: тяжелые металлы, метод дождевания, дождевальная установка.

Summary. There are presented studies of copper removal from typical chernozem, rainfall simulator method. The rainfall simulator method allows to estimate the amount of carried-out substances when rainfalls on the soil.

Key words: heavy metals, rainfall simulator method, rainfall simulator.

Загрязнение почвы различными химическими веществами не всегда представляется возможным оценить визуально. Повышенное содержание токсических веществ в почве оказывает негативное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений, влияет на качественные показатели получаемой продукции. Особенно актуально изучение загрязнения пахотных почв тяжелыми металлами. Они представляют собой наиболее стойкий и сложный вид загрязнителей.

Термин «тяжелые металлы» относится к группе металлов с относительно высокой атомной массой ($> 4,5 \text{ г/см}^3$), которые могут вызывать проблемы токсичности [1].

Тяжелые металлы, конечно же содержатся в почвах при низких концентрациях, некоторые из них, например, цинк, медь, являются основными питательными микроэлементами для растений, однако при превышении ПДК тяжелые металлы могут вызывать фитотоксичность и наносить вред здоровью человека. Металлы накапливаются в тканях живых организмов, поскольку в отличие от большинства органических соединений они не подвержены метаболическому разложению. Среди тяжелых металлов цинк, никель, кобальт и медь относительно более токсичны для растений. [2].

Основными антропогенными источниками тяжелых металлов для сельскохозяйственных угодий являются минеральные удобрения, навоз животных, пестициды, орошение сточными водами, атмосферное осаждение из различных источников [2, 3].

Загрязненные тяжелыми металлами почвы становятся источниками загрязнения для водоёмов. Продукты смыва со склонов попадают в речную сеть водосбора, перераспределяются в ней и участвуют в формировании русловых процессов, а затем выносятся в водоём или же напрямую попадают в водоём. Эти процессы тесно связаны с интенсивностью и продолжительностью атмосферных осадков, снеготаяния, а также с характером хозяйственной деятельности, проявляющейся в виде нарушения почвенного покрова и ландшафтной структуры водосбора, внесения химических веществ, минеральных и органических удобрений и т.д. [4].

Целью исследования было изучение процесса выноса тяжелых металлов, на примере меди в стоке, при дождевой эрозии на черноземе типичном тяжелосуглинистом.

Для проведения эксперимента подготовили стоковые площадки с искусственными почвенными образцами. Использование искусственных почвенных образцов с одинаковой влажностью и плотностью почвы (в пределах погрешности) позволяет исключить неоднородность почвы при проведении исследований, т.е. дополнительных факторов, влияющих на получаемые показатели. Для эксперимента использовали почву – контроль (без внесения каких-либо химических элементов) и варианты с различными дозами внесения цинка (100 и 500 мг/кг). Для каждого варианта определялась влажность почвы термостатно-весовым методом и плотность почвы, по весу почвы и объему цилиндра-

стоковой площадки. Все стоковые площадки были сформированы с одинаковым уклоном в $5 \pm 0,01$ градусов, плотностью почвы – $1,21 \pm 0,03$ г/см³ и влажностью $15 \pm 0,2\%$. При дождевании температура воздуха составила $+1^{\circ}\text{C}$, воды и почвы – $+1,5-2^{\circ}\text{C}$.

Дождевание стоковых площадок проводили с помощью портативной лабораторно-полевой дождевальной установкой [5], разработанной в ФГБНУ «Курский ФАНЦ» по ранее опубликованной методике [6].

Интенсивность дождя составила 1,08 мм/мин, высота падения капель – 1 м. Дождевание проводилось до установившегося впитывания почвы (рис. 1), отбор воды происходил с интервалом в 1 минуту.

Рисунок 1 – Зависимость интенсивности впитывания от эрозионного индекса дождя (AI)

Интенсивность впитывания была одинаковая в пределах погрешности для всех вариантов эксперимента. На рис.1 представлена усредненная зависимость интенсивности впитывания от эрозионного индекса дождя для всех изучаемых вариантов.

Рисунок 2 – Зависимость кумулятивного смыва меди от эрозионного индекса дождя (AI)

Для всех вариантов были получены схожие зависимости кумулятивного смыва меди от эрозионного индекса дождя в течение первых пяти минут дождя. Концентрация меди в стоке была стабильна по каждому варианту дождевания. Используя метод дождевания стоковых площадок, можно рассчитать количество меди, выносимой из почвы при естественных дождях.

Библиографический список

1. Rodriguez–Eugenio N., McLaughlin M., Pennock D. Soil Pollution: a hidden reality, Rome, Italy. – 2018. – 142 p. [Internet resource]. URL: <http://www.fao.org/3/I9183EN/i9183en.pdf> (Дата обращения: 14.03.2020).
2. Тяжелые металлы в агроценозах: миграция, действие, нормирование / под редакцией чл.-кор. РАН Н.И. Санжаровой, к.б.н. П.Н. Цынгвинцева. Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2019. – 398 с.
3. Дубовик Д.В., Дубовик Е.В. Тяжелые металлы в склоновом агроландшафте. Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – 170 с.
4. Кондратьев С. А., Шмакова М. В. Математическое моделирование массопереноса в системе водосбор – водоток – водоем. СПб.: Нестор- история, 2019. – 248 с.
5. Вытовтов В.А., Сухановский Ю.П., Прущик А.В. Портативная лабораторно-полевая дождевальная установка // Патент РФ 184625. заявка № 22012145695/13, 03.04.2018, опубликовано 01.11.2018. Б.И. № 31.
6. Сухановский Ю.П., Вытовтов В.А., Соловьева Ю.А., Прущик А.В., Санжарова С.И., Титов А.Г. Методика определения потерь из почвы биогенных веществ с использованием портативной дождевальной установки // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т.30. – №6. – С. 68-71.

УДК 631.452; 631.459.01; 502.5; 504; 911.6

СОХРАНЕНИЕ, РЕГУЛИРОВАНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ АГРОЭКОСИСТЕМ

Трофимов И.А.¹, Трофимова Л.С.¹, Яковлева Е.П.¹,
Емельянов А.В.², Скрипникова Е.В.²

¹ ФГБНУ Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
имени В.Р. Вильямса, г. Лобня, Московская обл.

E-mail: viktrofi@mail.ru

² ФГБОУ ВО Тамбовский государственный университет
имени Г.Р. Державина. Институт математики, естествознания и
информационных технологий, г. Тамбов,

E-mail: elena.sk@mail.ru

Резюме. Сельское хозяйство должно обеспечивать поддержание экологического равновесия в агроэкосистемах. Соблюдение требований рационального природопользования становится одним из основных условий сохранения и регулирования использования почвенных ресурсов, эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: агроэкосистемы, плодородие почв, сохранение, регулирование.

Summary. Agriculture should ensure the maintenance of ecological balance in agroecosystems. Compliance with the requirements of rational nature management is becoming one of the main conditions for the conservation and regulation of the use of soil resources, the effectiveness of agricultural production.

Key words: agroecosystems, soil fertility, conservation, regulation.

Сохранение, регулирование и рациональное использование почвенных ресурсов агроэкосистем является важнейшей государственной проблемой. Нерациональное использование сельскохозяйственных земель России во многих регионах привело к их критическому состоянию. Снижение плодородия почв на пашне достигло критических пределов. Совокупный вынос основных макроэлементов с урожаем (NPK) с пашни составляет 8,5-10 млн т и более по действующему веществу. Из них более половины от совокупного выноса приходится на зерновые культуры. При этом сельхозпроизводители за счет минеральных удобрений компенсировали вынос, лишь на 25-30 % [1, 2].

Низкая культура земледелия и отрицательный баланс питательных веществ в севооборотах – важнейшие причины получения низких урожаев. По данным агрохимслужб 35% пахотных земель имеют повышенную кислотность, 31% – низкое содержание гумуса, 22% – недостаток фосфора и 9% – недостаток калия.

По данным МСХ РФ общая посевная площадь в стране уменьшилась более, чем на 40 млн га. Площади посевов под кормовыми культурами в России сократились в 2,5-3 раза, в т.ч. под многолетними травами в ряде регионов – в 8-10 раз. При таком сокращении, даже с учетом снижения поголовья животных, трудно надеяться на высокую и стабильную продуктивность животноводства.

Устойчивое и эффективное сельское хозяйство должно базироваться на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов. При конструировании адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов наиболее перспективен эволюционно-аналоговый подход. Организация земледелия, растениеводства и животноводства в агроэкосистемах и агроландшафтах наиболее целесообразна на принципах функционирования естественных экосистем, гармонизации отношений природы и человека [3-7].

Гармонизация отношений Природы и Человека осуществляется в процессе рационального природопользования в сельском хозяйстве, сбалансированном развитии отечественного растениеводства, животноводства, земледелия, структуры посевных площадей, севооборотов и агроландшафтов. Это необходимо для сохранения продуктивного долголетия сельскохозяйственных земель, агроэкосистем и агроландшафтов.

Адаптивность, биологизация и экологизация сельского хозяйства связаны с многолетними травами и травяными экосистемами, которые являются основными почвообразователями и обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию климата и негативных процессов, защищают их от воздействия стихий (засух, эрозии, дефляции).

Ведущая роль в биологизации и экологизации интенсификационных процессов в растениеводстве принадлежит однолетним и многолетним бобовым травам, а также зернобобовым культурам. Связано это с тем, что при обычных для умеренной зоны потерях гумуса под зерновыми культурами в условиях равнинного рельефа, составляющих в течение года в среднем около 620 кг/га, с

помощью бобовых предшественников может быть восстановлено около 300 кг/га, т.е. почти половина, а в течение 2-х лет – восстановлено полностью [7-9].

Травосеяние, так же, как и создание сенокосов и пастбищ, обеспечивает наиболее быструю, а значит, и эффективную окупаемость материальных и трудовых затрат. Сидеральный пар (с возделыванием в качестве сидератов многолетних трав) равноценен внесению 10-15 т/га навоза. Важно учитывать и то, что в результате селекции границы некоторых бобовых культур (клевера, люцерны, гороха, пелюшки и др.) продвинулись далеко на север. В целом же при длительном выращивании многолетних бобовых растений энергонасыщенность почвы за счет накопления гумуса может быть повышена до 200-250 МДж/га [10-12].

Для современного сельского хозяйства характерны переход к севооборотам с короткой ротацией и даже монокультуре, специализация на возделывании ограниченного числа видов растений, широкое распространение генетически однотипных сортов и гибридов. При этом традиционному агрономическому правилу, рассматривающему повышение плодородия почвы и поддержание экологического равновесия в агроэкосистемах как результат чередования культур, противопоставляется техногенный подход.

В деятельности сельскохозяйственных производителей преобладают не приоритеты устойчивого развития экологически чистого сельского хозяйства и сохранения продуктивного долголетия агроэкосистем, а конъюнктурно-рыночные приоритеты получения быстрой выгоды.

Однако, как показывают многочисленные данные, такой односторонний подход представляет реальную опасность для сохранения природной среды и поддержания экологического равновесия биосферы. Широкое применение пестицидов в результате разрушения механизмов и структуры биоценотической саморегуляции в агроэкосистемах приводит и к появлению более агрессивных и вредоносных популяций патогенов, насекомых и сорняков. Если при монокультуре неизбежна односторонняя утилизация элементов минерального питания, то при адаптивном чередовании культивируемых видов растений в продукционный процесс вовлекаются элементы питания разных горизонтов почвы, в т.ч. труднодоступные [10-14].

Так, посевы бобово-злаковых (клеверо-тимофеечных) смесей более равномерно используют всю толщу почвы и подпочвы, люпин и гречиха значительно повышают растворимость фосфоритов. Особенно велика роль предшественников на бедных почвах. Так, только за счет возделывания клевера запасы фиксированного азота в почве за 2 года могут пополниться на 160-180 кг/га, люцерны – на 250-300, люпина – на 240, донника – на 150.

Агроэкосистемы и агроландшафты в настоящее время занимают уже 37% суши Земли и нормирование их химико-техногенного влияния на биосферу играет первостепенную роль в сохранении ее экологического равновесия.

Важнейшими составляющими адаптивной интенсификации сельского хозяйства являются сохранение и даже увеличение биоразнообразия естественных и антропогенных экосистем, а также механизмов и структур биоценотиче-

ской саморегуляции при повышении их продукционных (и особенно фотосинтетических), а также средоулучшающих функций; оптимизация и усиление адаптивного соотношения, расположения и чередования площадей сельскохозяйственных угодий (пашни, лугов и пастбищ), лесов, водоемов, природных заповедников и заказников с учетом особенностей почвы, климата, погоды, рельефа, конструирования высокопродуктивных, экологически устойчивых и эстетичных агроэкосистем и агроландшафтов будущего.

Сельское хозяйство должно обеспечивать поддержание экологического равновесия в агроландшафтных системах. Соблюдение требований рационального природопользования становится одним из основных условий сохранения и регулирования использования почвенных ресурсов, эффективности сельскохозяйственного производства.

Библиографический список

1. Сычёв В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования Москва: Российская академия наук, 2019. – 328 с.
2. Сычев В.Г., Шафран С.А. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от уровня применения удобрений // Плодородие. – 2019. – № 2 (107). – С. 22-25.
3. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах. – М.: Изд-во Агрорус, 2009-2011. – Т. I. – 816 с., Т. II. – 624 с.
4. Иванов А. Л. Научное земледелие России: итоги и перспективы // Земледелие, 2014. – № 3. – 25-29.
5. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Бычков Г.Н., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология // Кормопроизводство. – 2016. – № 8. – С. 3-8.
6. Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науке и практике / Под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. – М.: Россельхозакадемия, 2014. – 1031 с.
7. Трофимов И.А., Косолапов В.М., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Пути повышения эффективности возделывания отечественных сортов и технологий в агроландшафтах юга России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 54. – С. 305-309.
8. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Олигер М.А., Орленкова Е.К. Продуктивность долголетних сенокосов при разных системах ведения // Кормопроизводство. – 2000. – № 5. – С. 11-15.
9. Трофимова Л.С., Кулаков В.А. Современное экспериментальное обоснование развития дернового процесса на лугах // Кормопроизводство. 2003. – № 11. – С. 11-14.
10. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. "Тихий кризис" агроландшафтов Центрального Черноземья // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 3-6.
11. Шпаков А. С., Воловик В. Т. Основные факторы продуктивности кормовых культур // Кормопроизводство. – 2012. – № 6. – С. 17-19.
12. Шпаков А. С., Воловик В. Т. Развитие полевого кормопроизводства в России // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 22-24.
13. Скрипникова Е.В., Емельянов А.В., Скрипникова М.К. Применение микробных консорциумов для деструкции органических отходов / В сборнике: Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы IX международного конгресса. – 2017. – С. 108-110.
14. Емельянов А.В., Скрипникова Е.В., Гусев А.А., Фролова Е.М., Киреев А.А., Суздальцева О.Н. Природоохранные биотехнологии в научной деятельности ТГУ имени Г.Р. Державина // Проектная культура и качество жизни. – 2015. – № 1. – С. 628-631.

**ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВИРОВАННЫХ ФОСФОРНО-ГУМИНОВЫХ
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ И
ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ХЛОПКОВОГО СЕВООБОРОТА ПРИ
БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Ташкузиев М.М., Каримбердиева А.А., Бердиев Т.Т., Очилов С.К.
Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент
E-mail: *maruf41@rambler.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по применению новых форм органических и органоминеральных бактериально обработанных фосфоритно-гуминовых удобрений на культурах хлопкового севооборота на показатели их роста, развития и продуктивности.

Ключевые слова: минеральные, органические, бактериально обработанные удобрения, хлопчатник, озимой пшеница, урожайность, биогумус, орошаемая луговая почва.

Введение. Известно, что при внесении в почву органических, а также фосфор содержащих органоминеральных удобрений, за счёт образования в почве различных органических кислот, наряду с улучшением питательного режима почвы, приходит мобилизация почвенных фосфатов и снижение ретроградации вносимых фосфорных удобрений, что приводит к повышению коэффициента полезного действия последних [1, 2].

В улучшении питательного режима, повышении плодородия почвы и урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур важное значение имеет внесение совместно с минеральными удобрениями обогащенных органическими веществами, и основными питательными элементами новых видов органических и органоминеральных удобрений, полученных путем ферментации и микробиологической активации, таких как биогумус, отходы биогазовой технологии–ВМГ, бактериально обработанные фосфоритно-гуминовые удобрения.

Объекты и методы исследования: Исследования проводились на орошаемой луговой почве Среднечирчикского района Ташкентской области в фермерском хозяйстве «Серфайз Диёр» массива Юнгичкала на посевах хлопчатника и повторных промежуточных культур.

Полевые производственные опыты с хлопчатником проведены по методике СоюзНИХИ [3]. Анализы почвы выполнялись по общепринятой методике, описанной в руководствах СоюзНИХИ [4].

Опыты ставились по следующей схеме:

1. $N_{150}P_{105}K_{75}$ – контроль, нормы принятые в хозяйстве.
2. $N_{100}P_{70}K_{50}$ – контроль, фон, норма удобрений снижена на 33 %.
3. Фон+ 2 т/га бактериально обработанные фосфорно-гуминовые удобрения.
4. Фон+ 1,5 т/га ВМГ.
5. Фон + 2,5 т/га ВМГ.
6. Фон+2,5 т/га биогумус.

Результаты исследований: В производственных условиях для выявления влияния новых органоминеральных удобрений проведены специальные полевые опыты с хлопчатником в целях мобилизации почвенных фосфатов, повышения эффективности вносимых фосфорных удобрений на орошаемой луговой почве.

В настоящей статье остановимся на результатах исследований по влиянию этих органических удобрений на показатели роста, развития и продуктивности хлопчатника.

Результаты, полученные в данном опыте по влиянию рассматриваемых удобрений, были опубликованы ранее [5].

Внесение минеральных, органических и других видов удобрений является определяющим фактором роста и развития всех сельскохозяйственных культур.

Проведенные нами фенологические наблюдения показали, что в начальный период развития хлопчатника (16.06) отмечена разница в высоте главного стебля: в контрольных вариантах 1 и 2 она составила, соответственно, 36,2 и 35,2 см, а в вариантах с новыми видами органических и органоминеральных удобрений – 38,3; 43,2; 49,9 и 52,8 см (таблица).

В фазе цветения-плодообразования (15.07) самая большая высота отмечена на варианте 6, где внесен биогумус в норме 2,5 т/га на фоне уменьшенной дозы минеральных удобрений. Объясняется это тем, что растения в этих фазах развития хлопчатника имеют мощную корневую систему и усиленно усваивают элементы питания, внесенные с удобрениями в сравнении с контрольными вариантами 1 и 2. Увеличение роста главного стебля продолжалось на всех вариантах опыта в фазе плодообразования (18.08) и в период созревания (20.09), оставаясь большим на всех вариантах, где вносили органические и органоминеральные удобрения.

Различные виды органических и органоминеральных удобрений – отходы производства биогаза-ВМГ, биогумус и бактериально обработанные фосфорно-гуминовые удобрения оказали положительное влияние на формирование симподиальных ветвей хлопчатника: наименьшее их количество было на контрольных вариантах 1 и 2 в фазу бутонизации – 3,3 и 3,5 штук, в период цветения 5,2 и 6,1 штук. Наибольшее количество коробочек в период цветения хлопчатника – 8,8 штук отмечено на варианте, где внесен биогумус, а на фоне внесения 2,5 т/га ВМГ – 8,5 штук, при внесении 1,5 т/га ВМГ – 7,1 штук и 6,3 штук отмечено на варианте с внесением бактериально – обработанных фосфорно-гуминовых удобрений.

В период бутонизации-цветения хлопчатника (16.06) наибольшее количество зеленых коробочек отмечено на вариантах с внесением биогумуса 5,4 штук и при внесении ВМГ (2,5 т/га) – 5,0 штук, а на контрольном варианте 1, и на фоновом варианте 2 количество коробочек было наименьше – 2,4 и 2,5 штук. При внесении бактериально – обработанных фосфорно-гуминовых удобрений и на фоне внесения ВМГ (1,5 т/га) количество зеленых коробочек было по 2,7 штук.

Фенологические наблюдения, проведенные в фазе плодообразования (15.07) показали, что количество зеленых коробочек на контрольных вариантах с минеральными удобрениями (1 и 2) было соответственно 7,2 и 6,3 штук, внесение бактериально обработанных фосфорно-гуминовых удобрений способствовало увеличению количества коробочек до 8,4 шт. Количество зеленых коробочек при внесении 1,5 т/га и 2,5 т/га BMG составило соответственно 7,3 и 9,3 штук. Наибольшее количество коробочек, по сравнению с другими вариантами, было у хлопчатника, выращенного при внесении 2,5 т/га биогумуса и составило 9,5 штук.

Таблица 1 – Действие органических и органоминеральных удобрений на рост, развитие и урожайность хлопчатника, 2016 г.

№ Варианты	Высота главного стебля, см			Кол-во симподиальных ветвей, шт.			Кол-во зеленых коробочек, шт.			Вес хлопка сырца 1 коробочки, грамм	Средняя урожайность, ц/га
	16.06	15.07	05.09	16.06	15.07	05.09	16.06	15.07	05.09		
1	36,2	49,0	74,0	3,5	6,1	8,9	2,5	7,2	12,9	4,2	32,1
2	35,2	45,3	62,3	3,3	5,2	7,9	2,4	6,3	9,5	4,3	27,0
3	38,3	48,7	74,1	3,6	6,3	10,4	2,7	8,4	13,6	4,8	34,8
4	43,2	51,9	73,2	3,7	7,1	12,1	2,7	7,3	13,0	4,7	36,7
5	49,9	58,1	86,6	4,1	8,5	12,2	5,0	9,3	19,6	4,9	43,6
6	52,8	59,9	89,8	4,5	8,8	12,8	5,4	9,5	20,0	4,8	40,3

В конце вегетации наименьшее количество коробочек на 1 кусте хлопчатника – 9,5 штук было на варианте 2, где внесена уменьшенная норма минеральных удобрений, а на контрольном варианте – 1 было 12,9 коробочек. Количество коробочек на одном кусте хлопчатника по вариантам опыта в этот период развития было аналогично предыдущему периоду: наибольшее количество – 19,6 и 20,0 шт. было на варианте с внесением 2,5 т/га BMG и 2,5 т/га биогумуса, близкое контрольному варианту 1 с высокой нормой минеральных удобрений было на варианте 4, где вносили 1,5 т/га BMG – 13,0 штук и несколько больше – 13,6 штук на варианте 3, где вносили бактериально обработанные фосфорно-гуминовые удобрения.

В соответствии с показателями роста и развития хлопчатника получены данные по накоплению сухого вещества отдельными его органами.

Наибольший вес одной коробочки – 4,9 г был на варианте, где внесен BMG в норме 2,5 т/га, затем при внесении биогумуса и бактериально обработанного фосфорно-гуминового удобрения – по 4,8 г. Наименьший вес одной коробочки был 4,2 г и 4,3 г на контрольных вариантах 1 и 2, что сказалось на урожае хлопка-сырца по рассматриваемым вариантам опыта.

Данные по урожайности хлопчатника по вариантам опыта показали, что внесение бактериально обработанного фосфорно-гуминового удобрения, отходов производства биогаза (BMG) и биогумуса положительно повлияло на формирование урожая.

Таблица 2 – Вес органов растений при применении органических и органоминеральных удобрений (средней вес одного растения), г.

№ Варианты	Органы растений					Вес органов, г			Вес хлопко-сырца в одной створка, г
	ли- стья	стеб- ли	створ- ка	Хло- пок- сырец	Корна	вегета- тивных	репродук- тивных	Об- щий вес	
1	24,0	18,6	19,5	12,0	39,0	74,1	39,0	113,1	4,2
2	22,0	19,5	17,5	11,0	35,0	70,0	35,0	105,0	4,3
3	25,0	22,0	23,0	13,0	73,5	83,0	73,5	156,5	4,8
4	30,3	25,0	21,7	16,0	73,2	93,0	73,2	166,2	4,7
5	28,5	24,5	29,5	15,1	66,5	97,6	66,5	164,1	4,9
6	27,1	25,0	25,8	17,5	48,0	91,4	48,0	139,4	4,8

Наибольший урожай хлопка – сырца был получен на варианте при внесении 2,5 т/га BMG – 36,3 ц/га, где прибавка составила 5,1 ц/га в сравнении с вариантом 1, где вносили полной нормы минеральных удобрений порядка 31,3 ц/га, а в сравнении с фоновым вариантом 2 – 9,1 ц/га. На варианте 4, где внесены 1,5 т/га BMG, урожайность составила 34,1 ц/га, прибавка против варианта 1 была 2,9 ц/га, а относительно фонового варианта 2 – 6,9 ц/га. При внесении биогумуса получен 35,8 ц/га урожая хлопка – сырца, прибавка составила 4,5 ц/га против контрольного варианта 1 и 8,6 ц/га – относительно варианта 2, где внесены уменьшенные нормы минеральных удобрений.

При внесении бактериально обработанных фосфорно-гуминовых удобрений урожайность составила 33,3 ц/га, что выше по сравнению с контрольным вариантом 1 на 2,1 ц/га, а с фоновым вариантом 2 на 6,1 ц/га.

Самая низкая урожайность хлопчатники в 27,2 ц/га получена на варианте 2, где вносились сокращенная норма минеральных удобрений и она была меньше на 4,1 ц/га против контрольного варианта 1, где вносили полной нормы минеральных удобрений.

Заключение: Внесение органических и органоминеральных удобрений, таких как бактериально обработанные фосфорно-гуминовые удобрения, отходы производства биогазовой технологии (BMG) и биогумус оказывает стимулирующее действие на рост, развитие хлопчатника, что приводит повышению его урожайности.

На этих вариантах хлопчатник имел наибольшую высоту главного стебля и большее количество коробочек. Все это позволило получить прибавку урожая хлопка-сырца от 2,0 до 5,0 ц/га против контрольного варианта, где вносили высокие нормы минеральных удобрений. В сравнении с фоновым вариантом, прибавка составила порядка – 6,1-9,1 ц/га.

Библиографический список

1. Ташкузиев М.М. Химическое состояние типичных сероземов и почв низовьев Амударьи, изменение его на фоне удобрений орошения и опустынивания. Автореф. док. дисс. Ташкент, 1996. – С. 24-28
2. Чумоченко И.Н. Фосфор жизни растений и плодородий почв, М., 2003. – С. 28-31
3. Методика полевых опытов с хлопчатником в орошаемых условиях. СоюзНИХИ, 1981. – С.246

4. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. – СоюзНИХИ: Ташкент, 1963. – С. 270-274.
5. Ташкузиев М.М., Каримбердиева А.А., Мустафоева С.Ч., Очилов С.К. Влияние новых форм органических и микробиологически активированных фосфорно-гуминовых удобрений на динамику элементов питания в почве. II Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Курск, 2018. – С. 448-453

УДК 631.452; 631.459.01; 502.5; 504; 911.6

БИОЛОГИЗАЦИЯ И ЭКОЛОГИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ФАКТОР ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПОЧВ

Трофимова Л.С.

ФГБНУ Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, г. Лобня, Московская обл.

E-mail: viktrofi@mail.ru

Резюме. Приоритетом научно-технологического развития страны является переход к высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству, которое достигается путем биологизации и экологизации с целью сбалансировать сельскохозяйственную деятельность с возможностями Природы, сделать здоровой землю, нашу среду обитания и питание.

Ключевые слова: сельское хозяйство, природа, сохранение, регулирование.

Summary. The priority of scientific and technological development of the country is the transition to highly productive and environmentally friendly agriculture, which is achieved through biological and greening with the aim of balancing agricultural activities with the capabilities of Nature, making a healthy land, our habitat and nutrition.

Key words: agriculture, nature, conservation, regulation.

Приоритетом научно-технологического развития России является переход к высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству – основы основ продовольственной, экологической и национальной безопасности России, движителю ее экономики.

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса создан с целью обеспечения проведения прорывных фундаментальных, приоритетных прикладных исследований и практических разработок по направлениям, являющимся стратегически важными для страны. Программа развития Центра ориентирована на приоритеты и вызовы для общества, государства и науки, которые включены в Стратегию научно-технологического развития нашей страны в ближайшей (10-15 лет) и долгосрочной перспективе.

В Стратегии научно-технологического развития нашей страны указаны следующие большие вызовы для общества, государства и науки, имеющие отношение к сельскому хозяйству: «возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан; потребность в обеспечении продовольственной безопасности и продовольственной независимости России, конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках продовольствия, сниже-

ние технологических рисков в агропромышленном комплексе» [1].

«В ближайшие 10-15 лет приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации следует считать в том числе: 1) переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, 2) возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы.... В долгосрочной перспективе (в том числе и после 2030 года) особую актуальность приобретают исследования в области понимания процессов, происходящих в обществе и природе, развития природоподобных технологий, человеко-машинных систем, управления климатом и экосистемами» [1].

Сельское хозяйство дает человеку пищу, другие ресурсы, но вместе с тем разрушает землю, самую основу сельскохозяйственного производства и основу нашей среды обитания. Решение проблемы обеспечения продовольственной и экологической безопасности России должно базироваться на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов [2-4].

Кормопроизводство, самая масштабная, многофункциональная и связующая отрасль сельского хозяйства, во многом определяет состояние животноводства и оказывает существенное влияние на решение ключевых проблем дальнейшего развития всей отрасли растениеводства, земледелия, рационального природопользования, повышения устойчивости агроэкосистем и агроландшафтов к воздействию климата и негативных процессов, сохранения ценных сельскохозяйственных угодий и воспроизводства плодородия почв, улучшения экологического состояния территории и охраны окружающей среды [5,6].

Кормопроизводство объединяет, связывает в единую систему все отрасли сельского хозяйства и даёт огромные преимущества их развитию. Животноводству оно даёт корма, растениеводству – продуктивность всех культур, земледелию – плодородие почв, сельскохозяйственным землям – продуктивность и устойчивость. Оно также обеспечивает эффективное управление сельскохозяйственными землями и рациональное природопользование, поддерживает в сельском хозяйстве необходимый баланс отраслей.

Многолетнее взаимодействие Человека и Природы в процессе сельскохозяйственной деятельности показали, что идет тихий кризис планеты, деградация сельскохозяйственных земель, снижение устойчивости агроландшафтов, плодородия почв. За всю историю сельского хозяйства Потери сельскохозяйственных земель в мире составили 2,5 млрд. га. Сегодня мы используем 1,5 млрд. га. За последние 100-120 лет потеряно 50 % плодородия почв [2-4].

В сельском хозяйстве преобладает экономика быстрой выгоды, направленная на получение высоких доходов. Нарушение законов сбалансированности с Природой, севооборотов, чрезмерная химизация, интенсификация сельскохозяйственного производства, развития эрозии и истощения почв. Происходит опасный перекося в сторону удовлетворения экономических интересов в ущерб экологическим и социальным. Это является разрушительным для При-

роды и истощительным для природных ресурсов.

Существенную роль в усилении эрозионных процессов играет интенсификация сельскохозяйственного производства с ориентацией на пропашные, зерновые монокультуры и чистые пары. Они оголяют почву, ослабляют почвозащитные и противозерозионные свойства агроэкосистем. В структуре агроландшафтов – мало защитных экосистем. В структуре посевных площадей – их практически нет. Преобладают экономически привлекательные культуры (пшеница, подсолнечник), востребованные на рынке [2-4].

Экономика быстрых выгод не учитывает влияния сельского хозяйства на экологическое состояние земель, деградацию агроландшафтов, снижение плодородия почв, ведет к разрушению земель и среды обитания, снижению качества продукции.

Нарушена сбалансированность сельского хозяйства (растениеводства, животноводства, земледелия). Нарушена сбалансированность структуры агроландшафтов, посевных площадей и севооборотов. Из них исчезают защитные экосистемы – многолетние травы, луга, леса. Нарушена сбалансированность растениеводства и животноводства. Доля многолетних трав в структуре посевных площадей уменьшилась в 8-10 раз [2-4].

Сельскохозяйственную деятельность необходимо привести в соответствие с возможностями и выносливостью природы [7, 8].

Приоритетом научно-технологического развития страны является переход к высокопродуктивному и экологически чистому сельскому хозяйству, которое достигается путем биологизации и экологизации с целью:

- приблизить Человека к Природе,
- к экологически чистым, естественным, здоровым продуктам питания,
- сбалансировать сельскохозяйственную деятельность с возможностями Природы,
- сделать здоровой землю, среду обитания и пищу человека и животных,
- обеспечить условия для сохранения здоровья земли – здоровой продукции – здорового населения,
- создать экономику рационального природопользования, социально и экологически ориентированную,
- обеспечить сохранение земель, агроландшафтов, биосферы,
- повышение качества продукции,
- сохранение здоровья и жизни населения.

Сельское хозяйство должно обеспечивать эффективность и устойчивость сельскохозяйственного производства, продуктивное долголетие сельскохозяйственных земель и агроландшафтов, сохранение плодородия почв. Оно должно опираться на разнообразие продуктивных и защитных экосистем, разнообразие культур, поддерживающих сбалансированное взаимодействие с Природой, равновесие окружающей среды, с ограничением применения химикатов.

Использование уникальных биологических и экологических закономерностей, создание новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных куль-

тур, адаптированных к конкретным условиям возделывания, и новые технологии позволят решать проблемы, возникающие перед сельскохозяйственным производством.

Работа предстоит долгосрочная – на многие годы. Но откладывать на потом уже невозможно. Только тогда мы сделаем свое сельское хозяйство сбалансированным, эффективным и устойчивым, обеспечим сельскохозяйственным землям продуктивное долголетие.

Изучение биологических, экологических, географических закономерностей, разработку эффективных экологически безопасных энергосберегающих технологий производства, заготовки и использования кормов, рационального природопользования, экологии и охраны окружающей среды в сельском хозяйстве, обеспечении сохранения плодородия почв, устойчивости и продуктивного долголетия сельскохозяйственных земель и агроландшафтов, а также координации этих работ в России Центр планирует осуществлять путем Междисциплинарных комплексных исследований.

Библиографический список

15. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.
16. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах. – М.: Изд-во Агрорус, 2009-2011. – Т. I. – 816 с., Т. II. – 624 с.
17. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. "Тихий кризис" агроландшафтов Центрального Черноземья // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 3-6.
18. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий Волго-Вятского природно-экономического района России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. – № 2 (33). – С. 39-42.
19. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Олигер М.А., Орленкова Е.К. Продуктивность долголетних сенокосов при разных системах ведения // Кормопроизводство. – 2000. – № 5. С. 11-15.
20. Трофимова Л.С., Кулаков В.А. Современное экспериментальное обоснование развития дернового процесса на лугах // Кормопроизводство. 2003. – № 11. – С. 11-14.
21. Иванов А. Л. Научное земледелие России: итоги и перспективы // Земледелие, 2014. – № 3. – 25-29.
22. Сычёв В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования Москва: Российская академия наук, 2019. – 328 с.

УДК 631.52:633.18

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА ЗЕРНА РИСА

Туманьян Н.Г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный научный центр риса», Краснодар

E-mail: TNGerag@yandex.ru

Аннотация. Проведены данные по взаимосвязи признаков качества зерна риса на основе корреляционного и регрессионного анализа. Показана тесная связь между трещиноватостью зерна и содержанием целого ядра в крупе у новых сортов риса. Низкий коэффициент корреляции между признаками выявлен у сорта Привольный 4.

Ключевые слова: рис, зерно, сорт, корреляция, трещиноватость, содержание целого ядра в крупе.

Summary. *The article presents the data on interrelation of rice grain quality traits based on correlation and regression analysis. A close relationship between grain fracturing and head rice content in new rice varieties is shown. A low correlation coefficient between traits was detected in the variety Privolny 4.*

Key words: *rice, grain, variety, correlation, fracturing, head rice content.*

Oryza sativa, или Рис посевной относится к хлебам второй группы. Зерно риса пленчатое, цветочные пленки составляют 16-24 %. Масса 1000 абсолютно сухих зерен – 19-50 г, зародыш составляет 2,5 % массы зерновки, [3, 4]. Экономическую рентабельность производства рисопродуктов определяют в том числе физико-химические признаки зерна риса: трещиноватость, стекловидность, размеры и форма зерна, крупность зерна, параметры выхода крупы, ее сортовой состав. Определенные трудности при оценке качества зерна риса возникают в связи со сложностью самого понятия «качество риса», многообразием компонентов составляющих понятие [2].

Выделяют несколько групп признаков качества зерна, по которым оценивают рис: технологические и товарные качества, пищевая ценность, кулинарные достоинства. Результаты оценки качества зерна и крупы лежат в основе создания новых сортов и производственных процессов переработки. В соответствии с задачами селекционного процесса в процесс оценки исходного материала вовлекаются различные параметры – физико-химические, биохимические качества риса. Постановка задач характеристики селекционного материала в течение ряда лет с анализом изменчивости признаков качества и их взаимосвязи позволяет прогнозировать качество урожая в различных условиях производства. Ранее было показано в исследованиях сортов селекции 1980-2012 гг. отсутствие взаимосвязи стекловидности и содержания целого ядра в крупе, достоверное влияние на содержание целого ядра в крупе трещиноватости и стекловидности зерна.

Цель исследования. Изучить взаимосвязь признаков качества зерна риса российской селекции, допущенных к использованию и выращенных в условиях Краснодарского края в 2017-2019 гг.

Материалы и методы исследований. Материалом исследований служили сорта риса, выращенные в 2017-2019 гг. на опытно-производственном участке (ОПУ) ФНЦ риса и допущенные к использованию в 2014-2017 гг.: Привольный 4, Олимп, Полевик, Исток, Партнер, Титан, Патриот, Аполлон. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТу 10842-89, плёнчатость – ГОСТу 10843-76, стекловидность – ГОСТу 10987-76, трещиноватость – ГОСТу 10987-76, выход и качество крупы на установке ЛУР-1М. Математическую и статистическую обработку данных проводили по методикам Дзюбы [1]

Результаты и обсуждения. Провели оценку признаков качества зерна сортов риса Привольный 4, Олимп, Полевик, Исток, Партнер, Титан, Патриот, Аполлон, выращенных на ОПУ ФНЦ риса в 2017-2019 гг.: «крупность зерна» (М), «пленчатость» (Пл), «стекловидность» (Ос), «трещиноватость» (Тр), «общий выход крупы» (Овк), «содержание целого ядра в крупе» (Сця). Для всех сортов была составлена корреляционная матрица признаков. Корреляционную

структуру, которая составляет систему связей признаков качества, представляли методом максимального корреляционного пути. Парные связи признаков качества выражали с помощью коэффициентов корреляции Пирсона (r), который выражает меру линейной зависимости двух переменных.

Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции Пирсона между технологическими признаками качества новых сортов риса приведена в таблице. Положительное значение коэффициента корреляции показывает на прямую связь между двумя переменными величинами признаков.

Таблица – Матрица коэффициентов прямолинейной корреляции Пирсона между признаками качества зерна риса

Признак	М	Пл	Ос	Тр	Овк
М					
Пл	0,25				
Ос	0,04	0,04			
Тр	-0,32	-0,02	0,54		
Овк	-0,60	-0,50	-0,53	-0,42	
Сця	0,31	-0,03	-0,60	-0,90	-0,12

Слабая корреляция определена для признаков «пленчатость» и «крупность зерна» ($r = 0,25$), «пленчатость» и «стекловидность» ($r = 0,04$) и «трещиноватость» и «пленчатость» ($r = -0,02$), «содержание целого ядра» и «пленчатость» ($r = -0,03$), «содержание целого ядра» и «общий выход крупы» ($r = -0,12$). Средняя корреляция установлена признаков качества: «масса 1000 зерен» и «трещиноватость» ($r = -0,32$), «масса 1000 зерен» и «общий выход крупы» ($r = -0,60$), «масса 1000 зерен» и «содержание целого ядра в крупе» ($r = -0,31$), «пленчатость» и «общий выход крупы» ($r = -0,50$), «общая стекловидность и общий выход крупы» ($r = -0,53$), «общая стекловидность» и «трещиноватость» ($r = 0,54$), «общая стекловидность» и «содержание целого ядра в крупе» ($r = -0,60$), «трещиноватость» и «общий выход крупы» ($r = -0,42$). Сильная отрицательная корреляция установлена для признаков: «трещиноватость» и «содержание целого ядра в крупе» ($r = -0,90$). Связи между признаками были различными по силе достоверности ($p < 0,01$). Трещиноватость зерна – важнейший признак качества зерна риса, который обусловлен специфическими свойствами риса: низким содержанием белка (как правило, 5-11 %) и высоким содержанием крахмала в зерновке (до 75 %), что определяет низкую эластичность, пружинность и механическую прочность зерновки. Наличие трещин и их количество определяют интенсивность дробления зерна при шелушении и шлифовании, которую подтверждает высокий коэффициент корреляции между признаками «трещиноватость» и «содержание целого ядра в крупе» у новых сортов риса.

Анализ корреляционной матрицы позволил провести оценку взаимосвязи признаков качества зерна («содержание целого ядра в крупе» от комплекса технологических признаков) с помощью модели множественной регрессии. Наибольший вклад в признак вносят признаки «трещиноватость» (коэффици-

ент частной детерминации – 1,160), «масса 1000 зерен» (0,310) и «общий выход крупы» (0,260). Высока относительная роль независимой переменной трещиноватости в формирование признака содержания целого ядра» по коэффициентам частной детерминации. Вид уравнения:

$$Сця = -108,840 - М * 1,202 + Пл * 2,151 - Ос * 0,220 - Тр * 1,000 + Овк * 3,120$$

У новых сортов риса корреляционная матрица технологических признаков качества имеет тот же вид, что у сортов более раннего происхождения. Однако необходимо учитывать особенности сортов в части проявления признаков качества и их взаимосвязи. Так, например, у сорта Привольный 4 повышение трещиноватости не приводит к значительному повышению дробления зерновок.

Библиографический список

1. Дзюба, В.А. Многофакторный опыт и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба // Методические рекомендации (доп.). – Краснодар, 2007. – 76 с.
2. Fan Feng, Yajun Li, Xiaoliang Qin, Yuncheng Liao, Kadambot H. M. Siddique Changes in Rice Grain Quality of Indica and Japonica Type Varieties Released in China from 2000 to 2014. *Frontiers in Plant Science*. 2017; 8 DOI 10.3389/fpls.2017.01863.
3. Juliano, B. // Rico, 1973. – V. 22. – № 2. – P. 171-184.
4. Tarang A. R. Evaluation of Agronomic Characteristics and Grain Yield Stability of Promising Lines of Rice in Guilan Province / A. R. Tarang, S. Bakhshipour // A. R. Tarang, S. Bakhshipour // *Tulīd va Farāvarī-i Maḥṣūlāt-i Zirāī va Bāghī*. 2016;5(18):139-151.

УДК 631.52:633.18

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ РИСА РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ВЫХОДУ КРУПЫ

Туманьян Н.Г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный научный центр риса», Краснодар

E-mail: TNGerag@yandex.ru

Аннотация. *Преведены данные по технологическому признаку выходу крупы зерна риса групп сортов, выведенных в разные годы российскими селекционерами. Показано повышение показателей выхода крупы у современных сортов риса*

Ключевые слова: *рис, зерно, сорт, выход крупы.*

Summary. *Data on the technological trait milling yield of rice grain of groups of varieties bred in different years by Russian breeders are presented. An increase in milling yield in modern rice varieties is shown.*

Key words: *rice, grain, variety, milling yield.*

В основе селекционного процесса создания новых сортов сельхозкультур лежит требование обеспечения продовольственной и экономической безопасности страны в части зерновых посредством высокой урожайности и качества сельхозпродукции, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынке. Главным селекционным центром создания сортов риса является Федеральный научный центр риса (до 2020 г. ВНИИ риса, Краснодар), история которого начинается с 1930 г. За девяносто лет было создано более 100 сортов риса и

большое количество селекционного материала, который, наряду с зарубежной генплазмой используется в селекции отечественного риса. В связи с расширением требований потребителя к качеству готовой продукции и увеличением ее ассортимента расширяется и сортимент риса, который селекционеры передают в госсортоиспытание и производство.

В 2019 г. в Реестре сортов, допущенных к использованию на территории РФ находился 61 сорт риса, из них 30 сортов селекции ФНЦ риса. Восемь сортов риса было внесено в Реестр: Адриатика, Азовский, Бодрум, Злата, Корсика, Наутилус, Юбилейный 85, Яхонт, - и 8 сортов из Реестра было исключено: Кубань 3, Гамма, Раздольный, Ренар, Светлый, Северный 8242, Соната и Фишт) в 2019 г.

Важнейшими показателями сортов риса является выход и качество готовой продукции – крупы, или риса шелушенного и шлифованного, которые представляют основной вид рисопродуктов, производимый в стране. Показатели выхода крупы определяются генотипом сорта, условиями выращивания (агроклиматическими, в том числе агротехническими) условиями уборки, подработки и переработки риса. Реакция сорта на соответствующие природные и на антропогенные факторы определяет качество и конкурентоспособность готовой продукции. Параметр общего выхода крупы (шлифованного риса) обусловлен показателями пленчатости и степени шлифования; параметры «содержания целого ядра в крупе» или «выхода целого ядра» обусловлены трещиноватостью зерна риса. При полном отсутствии дробления зерна риса при шелушении и шлифовании показатель выхода целого ядра приравнивается к общему выходу крупы, а показатель содержания целого ядра в крупе равен 100 %. Образование трещин в зерновке при ее наливе определяется кристаллической структурой эндосперма и пониженным содержанием белка. Высокая адаптивность сорта к условиям выращивания является фактором нивелирования негативного действия параметра трещиноватости при выработке рисопродуктов [2-4].

Для проведения исследования выбраны сорта, которые были или в настоящее время возделываются или наиболее распространены: Дубовский 129, Кубань 3, Краснодарский 424, Кендзо (созданы и районированы в 1930-1965 гг.); Флагман, Рапан, Привольный 4, Сонет, Шарм, Рапан 2, Хазар, Австрал, Виктория, Кураж, Олимп, Патриот, Фаворит, Велес, Эльбрус, Яхонт, Казачок 4, Аполлон, Юбилейный 85, Кумир, Ласточка, Регул, (1990-2018 гг.). Представлены результаты по многолетним исследованиям сортов риса с различной формой зерновки, выращенных в Красноармейском и Абинском районах Краснодарского края в различных погодно-климатических и агротехнических условиях выращивания. В Абинском районе почвы рисовые лугово выщелоченные средне-мощные легкоглинистые; реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 6,8-7,2); содержание валового азота варьирует от 0,20 % до 0,23 %, общего фосфора от 0,18 % до 0,22 %; обеспеченность почв доступными формами элементов питания средняя по легкогидролизуемому азоту (4,10 мг/100 г), средняя по подвижным соединениям калия (25 мг/100 г), низкая по подвижным соединениям

фосфора (12,2 мг/100 г) [1]. В Красноармейском районе Краснодарского края почвы рисовые, лугово-черноземные, сформировавшиеся, в основном, в современной дельте реки Кубани на аллювиальных породах, мощность гумусового горизонта 100 – 130 см, содержание гумуса – 2,8-3,7 %, содержание общего азота 0,20-0,25, содержание легкогидролизуемого азота 5-7 мг/100 г. Климат умеренно-континентальный, среднегодовая температура воздуха +10 – +10,8 °С, сумма температур выше +10 °С – 3450-3650 °С. Выход и качество крупы определяли на лабораторной установке ЛУР-1.

Результаты исследования представлены в таблице. Сорты риса были разделены в две группы: выведенные и допущенные в производство в 1930-1965 гг. и 1990-2018 гг.

Таблица – Выход и качество крупы сортов российской селекции

Сорт	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе, %
1930-1965 гг.		
Дубовский 129,	65,6-68,2	88,7-89,4
Кубань 3,	67,6-69,8	56,9 68,2
Краснодарский 424	67,3-68,5	75,3-76,8
Кендзо	68,0-70,2	70,9-98,0
1990-2018 гг.		
Флагман	68,1-72,1	65,2-90,1
Рапан	67,5-70,4	69,0-99,2
Привольный 4	70,5-71,9	87,0-97,8
Сонет	70,0-70,6	45,4-85,8
Шарм	63,0-65,2	85,4-90,2
Рапан 2	69,2-70,8	75,0-90,4
Хазар	70,3-72,6	80,4-97,3
Австрал	67,4-68,8	75,4-89,2
Виктория	67,0-69,2	90,3-96,4
Кураж	68,1-69,8	76,8-94,2
Олимп	70,9-71,9	88,2-99,7
Патриот	70,5-71,8	80,6-94,7
Фаворит	65,2-67,8	73,5-92,6
Велес	67,0-70,3	78,7-96,7
Эльбрус	70,4-71,5	81,0-83,3
Яхонт	71,5-73,0	89,0-89,6
Казачок 4	64,8-68,5	80,6-90,0
Аполлон	65,8-69,3	83,6-97,8
Юбилейный 85	68,2-71,0	69,1-91,3
Кумир	67,2-69,3	44,0-75,3
Ласточка	67,5-68,4	68,5-83,2
Регул	64,2-67,4	85,0-96,9
НСР ₀₅	1,34	3,23

Общий выход крупы первой группы сортов 1930-1965 гг. был несколько ниже, чем у более поздних сортов по периоду создания (65,6-70,2 %). Сорты второй группы различались по показателю общего выхода крупы: 63,0-73,0 %.

Максимальным общим выходом крупы характеризовался сорт Яхонт, высокие показатели были у сортов Флагман, Сонет, Хазар, Олимп, Патриот, Эльбрус, Юбилейный 86: значения признака достигали 71,0 % и выше.

Диапазон значений параметра содержания целого ядра в крупе у сортов был различен в связи с длительностью периода регистрации данных и интенсивностью реакции сортов на условия выращивания. Сорта Дубовский 129, Краснодарский 424, Кубань 3 в отличие от сорта Кендзо, первой группы не отличались высокими значениями параметра, что свидетельствует о негативном влиянии погодных условий Краснодарского края на генти́пы при выращивании риса. Стабильно высокими показателями признака содержания целого ядра в крупе характеризовались сорта Регул, Аполлон, Олимп, Виктория, Привольный 4, Шарм. Низкими значениями признака обладали сорт Сонет (45,4-85,8 %) и среднеамилозные сорта Кумир (44,0-75,3 %) и Ласточка (68,5-83,2 %). Сорта с высокими показателями общего выхода крупы и содержания целого ядра в крупе рекомендуется использовать в селекции сортов с высоким качеством крупы.

Таким образом, по результатам многолетних исследований дан обзор показателей выхода крупы риса групп сортов риса по периодам их создания. Отмечена тенденция повышения качества зерна сортов риса, созданных в 1990-2018 гг.

Библиографический список

1. Кумейко, Т.Б. Влияние азотных удобрений на технологические признаки качества сортов риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края / Т.Б. Кумейко, Н.Г. Туманьян // Рисоводство. – 2019. – № 4(45). – С. 95-101.
2. 7. Хьюстон, Д.Ф. Рис и его качество. – М.: Колос, 1976. – 400 с.
3. 8. Juliano, B. // Rico, 1973, V. 22, № 2. – P. 171-184.
4. Sunayana RATHI, Raj Narain Singh YADAV, Ramendra Nath SARMA, Variability in Grain Quality Characters of Upland Rice of Assam, India. Rice Science. 2010; 17(4):330-333 DOI 10.1016/S1672-6308(09)60035-4.

УДК 631.573:631.153.3:631.452

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА НА ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ

Турусов В.И., Богатых О.А.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева

Россия, Воронежская область, Каменная Степь

E-mail: niish@mail.ru

Аннотация. Растения играют ведущую роль в процессе почвообразования, так как они служат источником органического вещества, поступающего в почву в виде корневых и пожнивных остатков. В связи с этим наши исследования были направлены на решение проблем, связанных с биологизацией и экологизацией севооборотов.

Ключевые слова: севооборот, растительные остатки, плодородие почвы.

Annotation. Plants play a leading role in the process of soil formation, as they serve as a source of organic matter entering the soil in the form of root and crop residues. In connection with these

our studies were aimed at solving problems related to the biologization and ecologization of crop rotation.

Key words: crop rotation, plant residues, soil fertility.

Растительные остатки оказывают многостороннее прямое и косвенное действие на физические, химические и биологические свойства почвы, ее воздушный, температурный и пищевой режимы. В этой связи существенно возрастает роль севооборота как фактора воспроизводства органического вещества почвы, являющегося важнейшим компонентом ее плодородия. Во многих исследованиях по севооборотной тематике значительное место отводится изучению процессов накопления и трансформации остаточной биомассы разными сельскохозяйственными культурами [1].

Исследования проводились в многолетнем стационарном опыте лаборатории эколого-ландшафтных севооборотов на черноземе обыкновенном. Опыт закладывался в трехкратной повторности. Размещение делянок систематическое. Длина посевной делянки – 30 м, ширина – 5,6 м, площадь – 168 м². Возделывание сельскохозяйственных культур в опыте осуществлялось в семипольных севооборотах по общепринятым технологиям. Исследования проводились согласно общепринятым методикам.

Особо важное значение в структуре севооборотов имеют многолетние бобовые культуры за счет значительного поступления корневой массы. В отличие от многолетних трав у всех однолетних растений надземная масса обычно значительно больше, чем вес корней. Известно, что эспарцет чувствителен к недостатку влаги в первые месяцы жизни, когда у него усиленно растет корневая система, т. е. под покровной культурой, а также в период уборки этой культуры (в наших исследованиях ячменя). Полученные данные, в среднем за шесть лет, подтверждают вышеупомянутые положения, что в результате развития мощной корневой системы после эспарцета в почву поступает большое количество органического вещества (табл.1).

Таблица 1 – Поступление пожнивно-корневых остатков культур различного качества в севообороте в слое почвы 0-40 см (2014-2019 гг.)

Культура	Поступление пожнивно-корневых остатков, т/га	Возврат в почву элементов питания, кг/га на сухое вещество		
		Азот	Фосфор	Калий
Ячмень	4,6	55	7,6	31,4
Овес	4,3	40,6	6,1	18,6
Кукуруза	3,9	25,3	2,9	10
Подсолнечник	3,6	34,8	4,3	12,4
Нут	4,5	58	8,3	28,3
Соя	5,7	46,8	7,3	13,5
Горох	3,9	32,6	3,7	8,7
Гречиха	2,4	28,7	5,0	8,4
Эспарцет	7,8	37,6	3,9	6,9
НСР ₀₅	1,2			

Наши исследования показали, что по количеству оставляемых в почве корней кукуруза не превосходит зерновые (ячмень, овес), что соответствует ее биологии. После уборки подсолнечника в почву поступает растительных остатков почти равное количество с кукурузой и больше ячменя, но растительная масса на 50% представлена малоценными стеблями.

Особое внимание по количеству поступающей в почву растительной массы заслуживают зернобобовые культуры (горох, нут и соя). Из них только горох развивает слабую стержневую систему, 70,9% которой располагается в слое 0-20 см. Распределение корневой системы подсолнечника по слою почвы 0-40 см более равномерно, чем у зерновых, у кукурузы основная их масса находится в поверхностном слое почвы (0-10 см), вес корней составляет 49,7% всей массы, что на 7,6-11,5% больше, чем у яровых зерновых культур (ячменя и овса). Во второй год использования травостоя эспарцет развил мощную корневую систему, результатом этого явилось накопление в почве большого количества органического вещества. В слое 0-40 см, за годы исследований, эспарцет сформировал 7,8 т/га корневой массы, основное количество которой (78,9%) располагалось в слое 0-20 см. Следует отметить, что количество пожнивно-корневых остатков разнится не только между культурами, но и по годам у одной и той же культуры, что можно объяснить значительными различиями в складывающихся погодных условиях в период вегетации растений.

По наибольшим показателям возврата в почву элементов питания в слое почвы 0-40 см можно выделить ячмень (5,5 мг/кг азота, 7,6 мг/кг фосфора и 31,4 мг/кг калия в пересчете на сухое вещество) и нут (5,8; 8,3 и 28,3 мг/кг соответственно).

Таким образом, говоря о полевых культурах как об источнике поступления в почву растительных остатков, характеризовать их, очевидно, необходимо по количеству общего негумифицированного органического вещества в почве после их уборки. Сами по себе послеуборочные остатки являются мертвым органическим веществом, закрепившим в себе минеральные элементы. Если бы длительное время имел место односторонний процесс накопления их в почве, то это непрерывно снижало бы плодородие почвы и урожай. Следовательно, наряду с накоплением биомассы, не менее важное значение имеет и процесс ее разложения.

Библиографический список

1. Турусов В.И. Влияние предшественников озимой пшеницы на количество и качество пожнивно-корневых остатков и биологическую активность почвы / В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова, Е.А. Балюнова // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. – № 2. – С. 6-9.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Турусов В.И., Дронова Н.В., Балюнова Е.А.

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева,

Россия, Воронежская область, Каменная Степь,

E-mail: niish@mail.ru

Резюме. В статье представлены результаты исследований влияния различных предшествующих культур в севообороте, обеспечивающие увеличение урожайности и улучшение качественных показателей получаемого зерна озимой пшеницы в условиях Центрально-Черноземного района.

Ключевые слова: предшественники, качество, урожайность, озимая пшеница, севооборот.

Summary. Article shows investigation results of different forecrops for winter wheat which ensure yield increase and quality improvement of winter wheat grains in the Central Black Earth Region conditions.

Key words: preceding crops, quality, crop yields, winter wheat, crop rotation.

В зерновом хозяйстве России большой удельный вес занимает пшеница, высококачественное зерно которой имеет первостепенное значение как один из основных продуктов питания. Следует отметить, что достигнутый в настоящее время уровень урожайности озимой пшеницы нельзя считать удовлетворительным, так как он далеко не исчерпывает возможности этой культуры, а частая гибель её посевов делает производство зерна озимой пшеницы в отдельных регионах России неустойчивым[1].

Исследования проводились в многолетнем стационарном опыте лаборатории эколого-ландшафтных севооборотов НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева на черноземе обыкновенном. Опыт закладывался в трехкратной повторности. Размещение делянок систематическое. Длина посевной делянки – 30 м, ширина – 5,6 м, площадь – 168 м². Возделывание сельскохозяйственных культур в опыте осуществлялось по общепринятым технологиям. Исследования проводились согласно общепринятым методикам.

Непосредственное влияние на урожайность и качество получаемой продукции оказывают предшествующие культуры в севообороте. Таким образом, целью наших исследований являлось изучение влияния различных предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, и выявление наиболее лучшего.

Результаты проведенных исследований показывают, что посев озимой пшеницы по черному пару в качестве предшественника способствует повышению качества зерна этой культуры, а именно: содержание белка повышается до 12,5%, клейковины – до 26,4%, при урожайности на этом варианте – 4,53т/га (таблица).

Таблица – Урожайность и качество озимой пшеницы в зависимости от предшественников, 2014-2019 гг.

Предшественники	Белок	Клейковина	Азот	Фосфор	Калий	Урожайность, т/га
Черный пар	12,51	26,40	2,19	0,303	0,35	4,53
Горчица	11,87	23,74	2,08	0,310	0,37	4,15
Горох	11,77	23,55	2,06	0,297	0,36	3,78
Нут	11,07	20,71	1,94	0,315	0,36	3,55
Соя	10,66	20,74	1,87	0,318	0,37	3,75
Эспарцет на сидерат	11,82	24,97	2,08	0,310	0,35	4,65
Эспарцет на сено	11,45	23,10	2,01	0,309	0,35	4,43
Озимая пшеница + оз. вика	12,90	24,60	2,27	0,309	0,35	3,72

Качественные показатели в бинарном посеве соответствовали уровню черного пара, хотя урожайность этого варианта была ниже на 0,81 т/га. Посев озимой пшеницы по сидеральному эспарцетовому и горчичному парам также способствовал получению высококачественного зерна. Такие результаты, полученные по качеству зерна, вероятно, обусловлены более благоприятными сложившимися условиями по этим предшественникам в период вегетации озимой пшеницы. Из группы зернобобовых культур наибольшие качественные показатели отмечены по гороху (белок – 11,77%, клейковина – 23,55%). Содержание фосфора и калия в зерне озимой пшеницы находилось в одном диапазоне значений на всех исследуемых вариантах.

Итоговым показателем любого изучаемого агроприема является урожайность возделываемых культур. В наших исследованиях урожайность, в зависимости от предшественников, варьировала от 3,55 до 4,65 т/га. По данному показателю предшественники озимой пшеницы можно расположить в следующем убывающем ряду: черный пар, эспарцет различного вида пользования, горчица, горох, соя, бинарный посев, нут.

На основании результатов проведенного исследования нами сделан вывод, что на вариантах с применением биологических приемов по различным предшественникам можно получать более высокую урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

Библиографический список

1. Турусов В.И. Оптимальные чередования сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-востока Центрально-Черноземной зоны / В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова, Е.А. Балюнова // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Международной научно-практической конференции, посв. 90-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, профессора Ковриго В.П., 24-25 мая 2018г.: ФГБУН Удмуртский ФИЦ УрО РАН. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С.75-77.

УДК: 631.5:631.8:632.93:633.16

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Тютюнов С.И., Солнцев П.И.

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», г. Белгород

E-mail: *Laboratoria.zashiti@yandex.ru*

***Аннотация.** Изучено влияние удобрений и системы защиты растений на урожайность ярового ячменя. Показана роль комплексного применения удобрений и средств защиты растений. Установлено, что урожайность ячменя возрастала в зависимости от фона удобренности, относительно контроля в 1,28-2,05 раза. Прибавка от совместного использования удобрений и средств защиты растений достигала 3,00-3,12 т/га или 163-170 %. Окупаемость 1 кг NPK минеральных удобрений прибавкой урожая составляла 7,15-9,78 кг и возрастала при комплексном применении удобрений и средств защиты растений, в зависимости от фона удобренности на 2,07-4,05 кг.*

***Ключевые слова:** яровой ячмень, удобрения, уровни защиты растений, урожайность, качество зерна.*

Яровой ячмень – это одна из распространенных и высокоурожайных колосовых культур. Направления его использования очень разнообразны: в животноводстве, для производства крупы, в пивоварении, хлебопечении, спиртовом производстве, для производства солодового экстракта, ячменного кофе и т. д. [3].

В 100 кг зерна и соломы содержится соответственно 120 и 35 к.ед.. В зерне содержится в среднем: воды – 13%, БЭВ – 64,4%, белка – 12%, клетчатки – 5,5%, золы – 2,8%, жира – 2,1%. Зерно ячменя широко используют в производстве комбикормов [6].

Для увеличения урожайности ячменя необходимо использовать агротехнологии, которые предусматривают рациональное применение средств интенсификации: систему удобрений; систему защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей; возделывание новых сортов, и в максимальной степени обеспечивают потребности растений [1, 5].

Целью исследований являлась оценка влияния комплексного применения удобрений, средств защиты растений на урожайность ярового ячменя в условиях юго-западной части Центрально-Чернозёмной зоны.

В задачи исследований входило определение величины прибавки урожайности и показателей качества зерна при комплексном применении удобрений и средств защиты растений.

Условия, материалы и методы. В 2016-2018 гг. коллективом лаборатории защиты растений ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» изучались особенности формирования продуктивности ярового ячменя в зависимости от фонов удобренности и уровней применения средств защиты растений.

Исследования проводили в зернопаропропашном севообороте: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – яровой ячмень – кукуруза на зерно.

Почва опытного участка – чернозём типичный тяжелосуглинистый слабо-смытый малогумусный; pH солевой вытяжки 5,8-6,0; со средним и повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) – соответственно.

Опыт заложен в 3-х кратной повторности методом расщеплённых делянок. Размер делянок, где изучались средства защиты составлял 100 м², удобрения – 300 м².

Система удобрений:

1) контроль (без удобрений); 2) Навоз (40 т/га) 2 год последствий – фон; 3) фон + N₆₀P₆₀K₆₀; 4) фон + N₉₀P₉₀K₉₀; 5) N₆₀P₆₀K₆₀; 6) последствие N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ внесенного под предшествующую культуру (сахарная свекла).

Система защиты растений имела 3 уровня:

1) протравливание семян (Доспех 3, КС – 0,5 л/т + Табу, ВСК – 0,5 л/т семян);

2) то же, что 1 + гербициды (кущение) Астэрикс, СЭ – 0,35 л/га + Магнум, ВДГ – 0,01 кг/га + фунгицид (трубкование) Бенорад, СП – 0,50 л/га.

3) то же, что и 2 + инсектицид Айвенго, КЭ – 0,10 л/га + Новосил, ВЭ – 0,03 л/га.

Минеральные удобрения (азофоска (16:16:16)) вносили осенью под основную обработку почвы (вспашка на глубину 20-22 см).

Высевали районированный в регионе сорт ярового ячменя Хаджибей.

При закладке опытов в делянках предусматривали технологическую колею для прохода техники при проведении работ по защите растений.

Методической основой исследований являлся полевой факториальный эксперимент [2]. При их выполнении руководствовались общепринятыми методиками.

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия в период вегетации растений ячменя различались в зависимости от года исследований.

Наиболее полно отражает влагообеспеченность и теплообеспеченность растений в период вегетации величина гидротермического коэффициента (ГТК).

Гидротермический коэффициент определяется как отношение суммы осадков за вегетационный период (мм) к сумме активных среднесуточных температур воздуха ($t > 10^{\circ}\text{C}$) за период активной вегетации, уменьшенной в 10 раз [4].

Значения гидротермического коэффициента различались по годам исследований (рис. 1). Это приводило к созданию разнообразной фитосанитарной обстановки в посевах ячменя и способствовало всесторонней оценке изучаемых факторов.

Рисунок 1 – Значения гидротермического коэффициента (ГТК) за периоды вегетации ячменя в годы исследований

Анализ данных по урожайности ячменя показал, что главным фактором формирования его продуктивности явилось комплексное использование удобрений и средств защиты растений (табл. 1).

В контрольном варианте без внесения удобрений рост урожайности за счет применения средств защиты растений составил 0,28-0,41 т/га или 15,2-22,3 %.

Последствие навоза (второй год) обеспечивало увеличение урожайности на 0,51 т/га, в сравнении с контрольным вариантом. А внесение в этом варианте средств защиты растений способствовало росту урожайности на 0,88-1,12 т/га, т. е. за счет комплексного применения средств химизации урожайность ячменя в данном варианте возрасла на 47,8-60,9 % относительно контрольного варианта.

Внесение на фоне последствия навоза минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечивало прибавку урожайности относительно контроля – 1,93 т/га и относительно фона – 1,42 т/га. Прибавка урожайности от совместного применения удобрений и пестицидов в данном варианте составила 2,58 т/га и 2,71 т/га, соответственно при втором и третьем уровнях защиты растений.

Наибольшая урожайность ячменя отмечена в варианте с внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ на фоне последствия навоза. При комплексном применении удобрений и средств защиты растений в данном варианте рост урожайности по сравнению с контролем составил 3,00-3,12 т/га или 163,0-169,6 %.

Совместное применение средств защиты растений и минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ также было эффективным и обеспечивало прибавку урожайности относительно контроля 2,27-2,49 т/га или 123,4-135,3%.

Таблица 1 – Влияние удобрений и средств защиты растений на урожайность ярового ячменя по вспашке (2016-2018 гг.)

Варианты опыта		Урожайность, т/га	Прибавка урожая от:						Окупаемость 1кг NPK прибавкой урожая, кг
удобрения	уровни защиты растений*		удобрений		удобрений + пестицидов		пестицидов		
			т/га	%	т/га	%	т/га	%	
1. Контроль без удобрений	1	1,84	–	–	–	–	–	–	–
	2	2,12	–	–	–	–	0,28	15,22	–
	3	2,25	–	–	–	–	0,41	22,28	–
2. Навоз (40 т/га) 2 год по- следствия – фон	1	2,35	0,51	27,72	–	–	–	–	–
	2	2,72	–	–	0,88	47,83	0,37	15,74	–
	3	2,96	–	–	1,12	60,87	0,61	25,96	–
3. Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	3,77	1,93	104,89	–	–	–	–	7,89
	2	4,42	–	–	2,58	140,22	0,65	17,24	11,50
	3	4,55	–	–	2,71	147,28	0,78	20,69	12,22
4. Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1	4,28	2,44	132,61	–	–	–	–	7,15
	2	4,84	–	–	3,00	163,04	0,56	13,08	9,22
	3	4,96	–	–	3,12	169,57	0,68	15,89	9,67
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	3,60	1,76	95,65	–	–	–	–	9,78
	2	4,11	–	–	2,27	123,37	0,51	14,17	12,61
	3	4,33	–	–	2,49	135,33	0,73	20,28	13,83
6. Последейст- вие N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	1	3,07	1,23	66,85	–	–	–	–	–
	2	3,52	–	–	1,68	91,30	0,45	14,66	–
	3	3,67	–	–	1,83	99,46	0,60	19,54	–
НСР ₀₅		0,25							

*Примечание: уровни защиты растений 1 – протравливание семян; 2 – то же, что и 1 + гербициды + фунгициды; 3 – то же, что 2 + инсектициды + ростовые вещества.

Комплексное применение пестицидов на фоне последействия минеральных удобрений в дозе N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ обеспечивало прибавку урожайности на 1,68-1,83 т/га или на 91,3-99,5 % относительно контрольного варианта.

Применение средств защиты растений (второй и третий уровни) обеспечивало достоверную прибавку урожайности во всех вариантах опыта. Ее величина составляла 0,28-0,78 т/га или 15,2-25,96%.

Комплексное применение средств химизации способствовало более эффективному использованию удобрений. Окупаемость минеральных удобрений, полученной прибавкой урожая в варианте с внесением оптимальной дозы удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ на фоне навоза при первом уровне защиты растений составляла 7,89 кг. При применении второго и третьего уровня защиты растений окупаемость возрастала соответственно до 11,5 и 12,22 кг.

Наибольшая окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая отмечалась в варианте с применением только минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ и составляла 9,78 кг зерна – при первом уровне защиты растений и 12,61 и 13,83 кг зерна – при применении второго и третьего уровня защиты соответственно.

Качественный анализ зерна ячменя показал, что содержание в зерне азота составляло 1,82-2,28 % и изменялось в зависимости от фона удобренности. Средства защиты растений не оказывали существенного влияния на этот показатель.

Содержание в зерне фосфора и калия возрастало с увеличением фона удобренности и также не зависело от применяемых средств защиты растений, составляя соответственно 0,30-0,52 % и 0,70-0,84 %.

Библиографический список

1. Доманов Н.М. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур различной степени интенсификации / Н.М. Доманов, К.Б. Ибадуллаев, П.И. Солнцев. – Белгород: «Отчий край», 2010. – 220 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А.А. Жученко. – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. – 1109 с.
4. Селянинов Г.Т. Мировой агроклиматический справочник / Г.Т. Селянинов. – М.: Гидрометеиздат, 1937. – 419 с.
5. Тютюнов С.И. Оптимизация применения удобрений и средств защиты растений – важнейший фактор высокоэффективного земледелия / С.И. Тютюнов, Н.М. Доманов // Агрохимический вестник. – 2002. – №6. – С. 15-18.
6. Федотов В.А. Растениеводство Центрально-Черноземного региона / В.А. Федотов, В.В. Коломейченко, Г.В. Коренев и др.; Под ред. В.А. Федотова, В.В. Коломейченко. – Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. – 464 с.

УДК 631.461

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Хатунцева Ю.Ю.¹, Безлер Н.В.², Черепухина И.В.³.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,
394018, г. Воронеж, Университетская площадь, 1,
E-mail: khatunceva_yliann@list.ru

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»,
396030, Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИИСС, 86,
E-mail: bezler@list.ru

³ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»,
396030, Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИИСС, 86,
E-mail: icherepukhina@gmail.com

Резюме. Исследовано влияние сельскохозяйственных культур на микроорганизмы, принимающие участие в процессах синтеза-распада гумуса и формирования эффективного плодородия черноземов. Выявлено, что численность микроорганизмов, биологическая активность чернозема выщелоченного под исследуемыми культурами тесно коррелируют с величиной поступающего в нее органического вещества и качественного состава экссудатов, а также и в значительной степени определяется аэрацией почвы и физиологическими

особенностями растений.

Ключевые слова: Чернозем выщелоченный, микроорганизмы, биологические показатели, актиномицеты, микромицеты, споровые бациллы, сельскохозяйственные культуры.

Summary. *The effect of crops on microorganisms participating in the processes of synthesis-decay of humus and the formation of effective fertility of chernozems has been studied. It was revealed that the number of microorganisms, the biological activity of chernozem leached under the studied cultures is closely correlated with the amount of organic matter entering it and the qualitative composition of exudates, and is also largely determined by soil aeration and physiological characteristics of plants.*

Key words: *leached chernozem, microorganisms, biological indicators, actinomycetes, micromycetes, spore bacilli, crops*

Сельскохозяйственные культуры в силу их биологических особенностей, количественного и качественного состава экссудатов, а также качества и количества пожнивно-корневых остатков оказывают существенное влияние на структуру микробного сообщества почв, и определяют направленность протекающих в ней микробиологических процессов [1,2]. Целью исследований являлось выявить особенности динамики численности микробного сообщества чернозема выщелоченного в зависимости от набора возделываемых сельскохозяйственных культур в зернопаропропашном севообороте.

Исследования проводили на территории землепользования ФГБНУ «Всероссийского научно-исследовательского института сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова». Образцы почвы отбирались из слоя 0-25 см в ряду: целина - пашня под посевами различных сельскохозяйственных культур. В отобранных образцах учитывали численность микроорганизмов почвы. То же самое проводили и в ризосфере методом высева последовательных разведений почвенной суспензии на элективные питательные среды [3, 4].

Возделываемые сельскохозяйственные культуры, оказывают существенное влияние на сообщество микромицетов почвы, что выражается не только в изменении численности микроскопических грибов, но в перестройке их родового состава.

В целинной почве численность микромицетов составляла 41,46 тыс. КОЕ, в ризосфере она увеличивалась до 68,23 млн. КОЕ. В ризосфере кукурузы численность микромицетов возрастала до 102,44 млн. КОЕ, что обусловлено большим количеством экссудатов, содержащих сахара.

К концу вегетации озимой пшеницы в почву перестают поступать аминокислоты и физиологически активные вещества, в результате чего усиливаются процессы деструкции корневой системы, под действием микроскопических грибов. В процессах минерализации пожнивных остатков ячменя значительную роль играют микромицеты (см. рис. 1).

Рисунок 1 – Динамика численности микромицетов в почве

Существенна роль и актиномицетов. На их долю приходится до 30% от общего числа почвенной микрофлоры [1]. В целинной почве численность актиномицетов составляла 2,93 млн. КОЕ, в ризосфере их численность увеличилась до 4,47 млн. КОЕ, в виду того, что в целине накапливается большая масса корневых остатков, содержащих лигнин (см. рис. 2).

Рисунок 2 – Динамика численности актиномицетов в почве

В целинном черноземе выщелоченном численность diazotrophs составляла 14,89 млн. КОЕ, а в ризосфере – 13,86 млн. КОЕ. Высокая численность фиксаторов азота выявлена и в почвах под озимой пшеницей и ячменем. Так, в летний период она составляла соответственно 8 и 11,60 млн. КОЕ. В старопашотных почвах отмечалась более низкая численность diazotrophs по сравнению с целиной, которая составляла 10,93-9,15 млн. КОЕ в 1 г а.с.п. (табл. 1)

Таблица 1 – Численность diaзотрофов

Культура	Среда обитания	Диазотрофы млн. КОЕ в 1 г а.с.п.
Целина	Почва	14,89
	Почва ризосферы	13,86
В посевах кукурузы	Почва	10,93
	Почва ризосферы	9,75
В посевах подсолнечника	Почва	9,15
	Почва ризосферы	5,60
В посевах озимой пшеницы	Почва	8,00
	Почва ризосферы	9,15
В посевах ячменя	Почва	11,60
	Почва ризосферы	9,15

Из полученных данных видно, в посевах культур иммобилизация азота довольно активно протекает в ризосфере 3,13-19,03 млн. КОЕ, поскольку там сосредоточено большое количество микроорганизмов. О глубине разложения органического вещества в почве свидетельствует численность споровых бактерий. Кроме, того, представитель этого рода – *Bacillus subtilis*, является антагонистом микроскопических грибов, среди которых встречаются наиболее агрессивные формы патогенов (см. рис. 3).

Рисунок 3 – Динамика численности иммобилизаторов азота в почве

Аммонификация имеет большое значение для питания растений. В почве целины численность аммонификаторов составляла, 5,60 млн. КОЕ, а в ризосфере увеличилась до 13,64 млн. КОЕ. Под посевами кукурузы и подсолнечника численность аммонификаторов составляла соответственно 10,23 и 3,13 млн. КОЕ, а под озимой пшеницей и ячменем их численность варьировала от 3,76 до 5,99 млн. КОЕ. Таким образом, влияние сельскохозяйственных культур на динамику численности аммонификаторов заключалась в накоплении субстрата для их жизнедеятельности (белков, аминокислот), составляющих основу продуктов обмена веществ в растениях (см. рис. 4).

Рисунок 4 – Динамика численности аммонификаторов азота в почве

Численность микроорганизмов и биологическая активность чернозема выщелоченного под исследуемыми культурами находятся в зависимости от величины поступающего в нее органического вещества, его качественного состава эксудатов и в значительной степени определяется аэрацией почвы, и физиологическими особенностями растений. Установлено, что в посевах озимой пшеницы и ячменя формируется стабильное микробное сообщество, участвующее в процессах минерализации органических веществ, содержащих азот, как на ранних, так и на более поздних стадиях разложения. В посевах озимой пшеницы создаются оптимальные условия для развития diaзотрофов, что может способствовать дополнительному поступлению азота в почву. В посевах ячменя, возделываемого после сахарной свеклы, отмечено снижение численности основных групп микроорганизмов, участвующих в круговороте азота: аммонификаторов, diaзотрофов, иммобилизаторов азота, олигоаэрофилов.

Библиографический список

1. Бакиров Ф. Г. Влияние обработки почвы на плодородие чернозема южного / Ф. Г. Бакиров // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 18-19.
2. Берестецкий, О. А. Интенсификация земледелия и почвенная микробиология / О. А. Берестецкий // Экология и физиология почвенных микроорганизмов. – Ленинград: Наука, 1976. – С. 5-13.
3. Купревич В. Ф. Почвенная энзимология [Текст] / В. Ф. Купревич. – Минск: Наука и техника, 1974. – Т. 4. – 404 с.
4. Теппер Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Перверзева. – Москва: Дрофа, 2004. – 255 с.

ФИТОПАТОГЕНЫ ОГУРЦА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Цапко В.А.¹, Белый А.И.², Замотайлов А.С.³

Кубанский государственный аграрный университет

имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар

E-mail: ¹tori1911@inbox.ru, ²a_bonito@mail.ru, ³a_zamotajlov@mail.ru

Аннотация: Изучен видовой состав основных заболеваний огурца в соответствии с фазами развития культуры в условиях защищенного грунта, определены наименее поражаемые гибриды и эффективность фунгицидов.

Ключевые слова: Огурец, динамика развития заболевания, мучнистая роса, фазы развития культуры, антракноз, пероноспороз, вирус мозаики огурца, экономический порог вредоносности, эффективность фунгицидов.

Annotation: The species composition of the main diseases of the cucumber was studied in accordance with the phases of the development of the culture in a protected ground, the least affected hybrids and the effectiveness of fungicides were determined.

Key words: Cucumber, disease development dynamics, powdery mildew, culture development phases, anthracnose, peronosporosis, cucumber mosaic virus, economic threshold of harmfulness, fungicide effectiveness.

Огурец является культурой, наиболее востребованной из овощей на Российском рынке и, в Краснодарском крае, в частности. Используется в рационе питания человека круглогодично как в свежем, так и в консервированном виде. Состоит преимущественно из воды, содержит сахара, клетчатку, золы, полезные для организма минеральные соли, повышенное количество калия, йод в легкоусвояемой форме. Культура огурца важна, как и культура томата. Стабильное обеспечение населения свежими плодами огурца в течение года возможно только при выращивании его в условиях защищенного грунта, поэтому в Краснодарском крае площадь теплиц ежегодно возрастает, этот рост особенно стал заметен с 2013 года, после введения санкций к РФ.

Однако, получать стабильно высокий и качественный урожай подчас невозможно вследствие воздействия комплекса различных заболеваний и вредителей, поражающих огурец. Целью наших исследований являлось изучение видового разнообразия фитопатогенов огурца, поиску наименее повреждаемых гибридов и наиболее эффективных и безопасных средств защиты растений. Исследования проводились на базе селекционно-семеноводческой фирмы «Гавриш», в Крымском селекционном центре «Гавриш», КСЦ в 2018 году. Тепличный комбинат занимается ускоренной круглогодичной селекцией овощей, проводит гибридизацию и ускоренное получение семян. Оценку пораженности заболеваниями проводили на гибридах: Мамлюк, Атаман и Кураж проводили по следующей шкале:

0 – здоровые листья; 0,1 балла – единичные признаки заболевания; 1 балл – поражено до 25 % поверхности листа; 2 балла – поражено до 50 % поверхности листа; 3 балла – поражено более 50 % поверхности листа. Опрыскивание проводилось при превышении ЭПВ [7].

На огурце в условиях защищенного грунта нами выявлен ряд опасных фитопатогенов: мучнистая роса – *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *cucurbitacearum* Pot; *Sphaerotheca fuliginea* Poll.f. *cucurbitae* Jacz. и пероноспороз, или ложномучнистая роса – *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz, антракноз – *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ell. et. Halst., аскохитоз – *Ascochita cucumis* Fauter. et Roum, оливковая пятнистость – *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth., угловатая пятнистость огурца – *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrumans* Joung.etal., вирус мозаики огурца – *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV) [8].

Увеличению заболеваемости вирусными болезнями могли способствовать сосущие вредители (различные виды клопов, бахчевая тля, тепличная белокрылка, паутинный клещ), которые являются к тому же и переносчиками вирусных заболеваний. Негативное воздействие сосущих вредителей в переносе вирусных заболеваний овощных культур стало особенно актуально в последние годы [2,3,4,5]. Для подавления их численности проводились биологические защитные мероприятия, так против тепличной белокрылки применялись: наездник энкарзия (*Encarsia formosa* Gahan.), клоп макролофус (*Macrolophus nubilis*) и биопрепараты биоинсектицид актофит, Битоксибациллин, П (д.в.: *Bacillus thuringiensis*, var. *thuringiensis* (спорово-кристаллический комплекс), Бикол СП (д.в.: *Bacillus thuringiensis*, var. *thuringiensis* (спорово-кристаллический комплекс) [1,9].

Экономический порог вредоносности на огурце превысили ложная мучнистая роса и мучнистая роса. Распространение ложной мучнистой росы отмечалось с фазы 8-12 листьев (таблица 1). К фазе появления боковых побегов развитие и распространение заболевания возрастало, наиболее устойчивыми оказались гибриды Мамлюк и Атаман, развитие заболевания на них оказалось соответственно в 2 и 1,8 раза меньше, чем на Кураже. Далее развитие и распространение ложной мучнистой росы в фазы цветения и плодоношения возрастали, но устойчивость к заболеванию гибриды продолжали удерживать.

Таблица 1 – Распространение и развитие ложной мучнистой росы на гибридах огурца, КСЦ «Гавриш» Крымского района 2018 г.

Вариант	8–12 листьев		Появление бо- ковых побегов		Формирование цветоносов		Цветение		Плодоно- шение	
	Р, %	Р, %	Р, %	Р, %	Р, %	Р, %	Р, %	Р, %	Р, %	Р, %
Атаман	0	1,2	14,6	13,5	17,3	2,7	18,3	3,3	19,7	3,6
Мамлюк	8,2	0,7	9,2	0,9	16,4	4,6	19,6	4,8	24,7	6,9
Кураж	16,8	1,6	18,3	3,6	32,5	4,2	35,7	5,1	52,8	12,9

Современная селекция огурца направлена преимущественно на устойчивость к мучнистой росе, это заболевание поражает все гибриды уже в период появления боковых побегов и к фазе бутонизации развитие на гибриде Мамлюк превысило уже 10%, что в 2 раза меньше, чем у Куража и 1,5 раза чем у Атамана. К сожалению, проведение опрыскивания с фазы цветения затруднено (таблица 2).

Таблица 2 – Распространение и развитие мучнистой росы на гибридах огурца, КСЦ «Гавриш» Крымский район 2018 г.

Вариант	Появление бо- ковых побегов		Бутонизация		Формирование цветоносов		Цветение		Плодоноше- ние	
	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
Атаман	10,4	2,4	15,6	3,1	18,3	4,2	29,2	8,4	56,7	14,2
Мамлюк	9,6	2,2	10,8	2,9	13,6	3,1	18,5	3,8	25,6	6,9
Кураж	15,2	3,1	20,4	4,8	22,4	5,7	40,1	10,8	78,2	24,7

К фазам цветения и плодоношения развитие мучнистой росы возрастает в 1,8 раза, а к фазе плодоношения в 2,5 раза. При этом гибрид Мамлюк сохраняет устойчивость в сравнении с Гибридами Атаман и Кураж в 2 и 3 раза соответственно. В результате поражения листового аппарата снижалась масса и качество плодов, они становились уродливыми и горькими на вкус.

Таким образом наиболее поражаемым гибридом мучнистой и ложной мучнистой росами оказался гибрид Кураж, а меньше всего поражался мучнистой росой гибрид Мамлюк, гибрид Атаман поражался в средней степени.

Во все фазы развития огурца применялись средства защиты растений. Применение химических препаратов отмечено в правой половине вегетации, так как это уменьшает опасность попадания препаратов в плоды. До начала плодоношения применяли фунгициды Квадрис, СК, Превикур, ВК, Топаз, КЭ; Во второй период – период плодоношения в защите от заболеваний применялись биофунгициды Алирин-Б, ТАБ, Гамаир, СП (таблица 3).

Опрыскивание проводили в фазу бутонизации, при превышении ЭПВ. Фунгицид Топаз, КЭ проявил незначительную эффективность в защите от ложной мучнистой росы. Однако на гибриде Мамлюк она оказалась в 1,3 раза выше, чем на гибриде Кураж. Наиболее эффективным оказался Превикур ВРК, его биологическая эффективность колебалась в пределах 87–90%, что на 6,4–8,2% выше в сравнении с фунгицидом Квадрис, СК. Все фунгициды показали высокую биологическую эффективность на гибриде Мамлюк.

Таблица 3 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите огурца в защищенном грунте от ложной мучнистой росы, КСЦ «Гавриш» Крымского района 2018 г.

Вариант	Топаз, КЭ (100г/л)	Квадрис, СК (250 г/л)	Превикур, ВК (607 г/л)
	Эффективность, %		
Атаман	39,7	80,5	86,9
Мамлюк	41,8	82,4	90,5
Кураж	31,2	79,8	85,6

Обработка огурца этими же синтетическими фунгицидами против мучнистой росы также показала высокую эффективность, но при этом наиболее эффективным оказался фунгицид Топаз, КЭ (таблица 4).

Таблица 4 – Биологическая эффективность фунгицидов в защите огурца в защищенном грунте от возбудителя мучнистой росы, КСЦ «Гавриш» Крымский район 2018 г., %

Вариант	Топаз, КЭ (100г/л)	Квадрис, СК (250 г/л)	Превикур, ВК (607 г/л)
	Эффективность, %		
Атаман	90,5	81,4	73,4
Мамлюк	93,5	80,6	86,7
Кураж	85,6	63,5	79,5

Эффективность Топаса, КЭ на всех гибридах превышала 85–93%, при этом наибольшая эффективность отмечалась на гибриде Мамлюк. Эффективность Квадрис, СК и Превикур, ВК оказалась также в подавлении мучнистой росы оказалась несколько ниже, но в обоих случаях наибольшей была на гибриде Мамлюк – 80-86% соответственно.

С началом фазы плодоношения защита огурца велась биофунгицидами Алирин-Б, ТАБ и Гамаир, СП (таблица 5).

Таблица 5 – Биологическая эффективность биофунгицидов в защите огурца в защищенном грунте от болезней, КСЦ «Гавриш» Крымский район 2018 г.

Вариант	Алирин-Б, ТАБ		Гамаир, СП	
	Эффективность, %			
	Мучнистая роса	Ложная мучни- стая роса	Мучнистая роса	Ложная мучни- стая роса
Атаман	70,8	55,6	52,6	57,5
Мамлюк	76,9	61,9	67,8	73,4
Кураж	67,5	54,8	54,9	60,8

В защите гибридов огурца от мучнистой росы лучшую эффективность проявил биофунгицид Алирин-Б, ТАБ. Его эффективность 67-70%, что 1,1-1,4 раза выше, чем у Гамаир, СП. Наибольшая эффективность в обоих случаях была получена на гибриде Мамлюк. При защите от ложной мучнистой росы наибольшую эффективность проявил напротив биофунгицид Гамаир, СП. На гибридах Атаман и Кураж эффективность препарата Гамаир, СП была на 3-6 % выше. На гибриде Мамлюк его эффективность оказалась на 12% выше.

Таким образом из изученных гибридов огурца наиболее устойчивым к ложной мучнистой росе и мучнистой росе оказался гибрид Мамлюк, в снижении развития и распространения мучнистой росы наиболее эффективен Топаз, КЭ (100г/л), в снижении развития и распространения ложной мучнистой росы – Превикур, ВК (607 г/л). Из биофунгицидами Алирин-Б, ТАБ наиболее эффективен против мучнистой росы, а Гамаир, СП против ложной мучнистой росы.

Библиографический список

1. Биотехнологии в защите растений: промышленное воспроизводство энтомо- и акарифагов: учеб. Пособие / А.С. Замотайлов, И.С. Агасьева, В.Я. Исмаилов, А.М. Девяткин, А.И. Белый – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 85 с.
2. Вредители сельскохозяйственных культур и лесопарковых насаждений Юга России:

учеб. пособие / А.С. Замотайлов, А.М. Девяткин, Э.А. Пикушова, А.И. Белый. // – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 382 с.

3. Девяткин А. М. Практикум по сельскохозяйственной энтомологии: практикум / А.М. Девяткин, А.И. Белый, А.С. Замотайлов // ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», – Краснодар, 2007. – 220 с.

4. Замотайлов А. С. История и методология биологической защиты растений: учеб. пособие / А.С. Замотайлов, И.Б. Попов, А.И. Белый // – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 263 с.

5. Замотайлов А. С. О вредоносности растительноядных клопов семейства Pentatomidae (Insecta, Heteroptera) на томатах / А.С. Замотайлов, А.И. Белый, Л.П. Есипенко // Сб. статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С. 43–44.

6. Интегрированная защита растений (картофель и овощные культуры): учеб. пособие / Э.А. Пикушова, Е.Ю. Веретельник, В.С. Горьковенно. – Краснодар, 2009. – 207с.

7. Прогноз в защите растений: учеб. пособие / Л.П. Есипенко, А.С. Замотайлов, А.И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 202 с.

8. Пересыпкин В. Д. Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. для вузов / В. Д. Пересыпкин. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 15–19.

9. Попов И. Б. Применение микроорганизмов в защите растений: учеб. пособие / И.Б. Попов, А.И. Белый, А.С. Замотайлов. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 125 с.

УДК 519.22

ДВУХФАКТОРНАЯ ПОЛНАЯ ФАКТОРИАЛЬНАЯ СХЕМА ОПЫТА 4Х2

Цыгуткин А.С.

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»

E-mail: asz.ru@mail.ru

Аннотация. Двухфакторная полная факториальная схема опыта 4х2 включает четыре повторения, которые разбиты на три типа повторений (столбцы по вертикали, прямоугольники по горизонтали и вертикали), которые выровнены между собой.

Ключевые слова. Двухфакторная полная факториальная схема опыта, тип повторения, полевой опыт.

Теория планирования эксперимента включает большое количество факториальных схем опыта [1-9]. Многие из них прошли экспериментальную проверку, которая показала возможность их использования в полевых, микрополевых, вегетационных и лабораторных опытах [10-12]. Разнообразие сконструированных схем опыта не позволяет утверждать, что их количество даёт возможность исследователю гарантированно выбрать ту схему опыта, которая позволит эффективнее решить поставленную перед исследователем задачу.

Ежегодно на рынок поступают новые товары, отличающиеся по своим свойствам от аналогичных предшественников. Это требует постоянной корректировки существующих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, изучения их влияния на плодородие почвы, величину урожай и качество продукции [13-14].

Для решения данной проблемы спланирована полная факториальная двухфакторная схема 4х2, включающая четыре повторения по 8 вариантов и

предназначенная для изучения факторов, имеющих количественные градации (табл. 1). Общее число делянок – 32. Такое количество делянок даёт возможность придать опыту форму латинского прямоугольника, где число вариантов кратно числу повторений. Схема спланирована таким образом, что в ней можно выделить три типа повторений: столбцы по вертикали, прямоугольники по горизонтали и вертикали (табл. 2).

При составлении схемы применена цифровая кодировка вариантов: первая по порядку цифра соответствует первому фактору, вторая – второму, а её значение – градации фактора. Схема позволяет изучать два фактора, в т.ч. четыре градации (включая нулевую) первого фактора и две градации – второго. С учётом повторений схема остаётся столь обширной, что из-за пестроты плодородия почвы могут возникнуть трудности при обеспечении приемлемой точности. Сохранение точности полевого опыта возможно при использовании метода блоков [15-16]. Суть его состоит в разделении всех повторений на группы со специально подобранными вариантами. Варианты, набранные в компактные группы, называемые блоками, равнозначны в отношении главных эффектов и взаимодействий факторов. Благодаря этому ошибка эксперимента определяется варьированием плодородия почвы не внутри повторения, а внутри его части – блоке и находится на уровне обычного маловариантного опыта, что позволяет без потери в точности включать в опыт достаточно большое число вариантов. Характерной особенностью схемы является однократная блокировка вариантов внутри повторения.

Таблица 1 – Схема размещения вариантов в опыте 4x2

00 (1)	10 (9)	21 (17)	31 (25)
11 (2)	01 (10)	30 (18)	20 (26)
21 (3)	31 (11)	00 (19)	10 (27)
30 (4)	20 (12)	11 (20)	01 (28)
01 (5)	11 (13)	20 (21)	30 (29)
10 (6)	00 (14)	31 (22)	21 (30)
20 (7)	30 (15)	01 (23)	11 (31)
31 (8)	21 (16)	10 (24)	00 (32)

Примечание 1. **00, 11, ..., 00** – закодированные варианты схемы опыта.

Примечание 2. В круглых скобках цифры 1, 2, ..., 32 – номера делянок.

Всего схема опыта содержит шестнадцать блоков внутри двух типов повторений (столбцы по вертикали и прямоугольники по вертикали), каждый из которых включает в себя четыре специально подобранных варианта. Внутри одного блоков варианты встречаются один раз. Признаком однородности блоков в отношении главных эффектов и парном взаимодействий факторов явля-

ется наличие у каждого из двух факторов внутри блоков всей совокупности градаций от нуля до трёх у первого фактора и от нуля до единицы у второго. При этом каждая из градаций первого фактора встречается в блоке один раз, а второго факторов – по два раза. Кроме того, сумма чисел всех градаций каждого из факторов внутри блока равна 8, сумма произведений двух чисел – 3, сумма квадратов чисел – 1462.

Использование положений теории информации эксперимента позволяет оценить информативность полной факториальной схемы 4x2 и на основе этого финансировать исследования по объёму получаемой информации [17-18]. Общее количество информации составляет три единицы информации (бит), в т.ч. на одну делянку приходится 0,09375 бит.

Таблица 2. Состав повторений полной факториальной схемы 4x2

Тип повторения	Номер повторения	Номера делянок, в составе повторения
Столбцы по вертикали	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
	2	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
	3	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
	4	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
Прямоугольники по вертикали	5	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12
	6	5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16
	7	17, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28
	8	21, 22, 23, 24, 29, 30, 31, 32
Прямоугольники по горизонтали	9	1, 2, 9, 10, 17, 18, 25, 26
	10	3, 4, 11, 12, 19, 20, 27, 28
	11	5, 6, 13, 14, 21, 22, 29, 30
	12	7, 8, 15, 16, 23, 24, 31, 32

Теоретически средние урожаи по блокам должны быть равными, чего, как правило, не случается из-за неоднородности плодородия почв опытного участка. Отличие средних урожаев по блокам от среднего урожая повторения объясняется не разным составом вариантов, входящих в блоки, а неоднородностью почвенного плодородия внутри блоков. Эти различия устраняются через корректировку данных.

Корректировка данных позволяет учесть и исключить неоднородность плодородия почвы между блоками, тем самым снизить ошибку опыта. Корректировку проводят по обычной схеме, которая используется у неполных факториальных схем. После проведения корректировки данных можно приступать к их математической обработке дисперсионным, корреляционным или регрессионными методами анализа.

Обработку данных дисперсионным методом анализа проводят по алгоритму, используемому при расположении вариантов в полевом опыте методом латинского прямоугольника [19-21].

Разработка теоретических основ опытного дела, шире использовать факториальные схемы при закладке и проведения полевых, но и демонстрационных опытов, позволяет повысить их эффективность, получая больший объём информации по сравнению с не факториальными схемами [22].

Библиографический список.

1. Агрохимический словарь. Термины и определения. Под общ. ред. Н.З. Милащенко. – М.: Агроконсалт, 1999. – 48 с.
2. Перегудов В.Н. Задачи и особенности закладки многофакторных длительных опытов с удобрениями // Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Часть 3. Под общ. ред. В.Д.Панникова. – М.: ВИУА, 1976. – С. 52-79.
3. Проведение многофакторных опытов с удобрениями и математический анализ их результатов (методические указания). Под общей редакцией В.Н.Переудова. – М.: 1976. – 112 с.
4. Перегудов В.Н. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов. – М.: «Колос», 1978. – 184 с.
5. Перегудов В.Н., Иванова Т.И., Сошникова М.И. Методика постановки и математическая обработка результатов полевого опыта по изучению закономерностей действия минеральных удобрений, поставленного по неполной факториальной схеме $1/9$ ($6 \times 6 \times 6$) // Агрохимия. - 1978. – №10. – С. 122-132.
6. Иванова Т.И., Рубанов В.С., Юршевич А.С. Экспериментальная проверка факториальной схемы $4 \times 4 \times 4$ при изучении зависимости урожая и качества зерна озимой пшеницы от доз удобрений // Агрохимия. – 1975. – №7. – С. 130-136.
7. Цыгуткин А.С. Особенности планирования и конструкции неполной факториальной схемы $1/16(8 \times 8 \times 8)$ с последующей подготовкой данных опыта для статистической обработки // Доклады РАСХН. – 2001. – №2. – С. 30-32.
8. Цыгуткин А.С. Особенности планирования и конструкции полной факториальной схемы $4 \times 2 \times 2$ для изучения эффективности применения агрохимических средств при возделывании сельскохозяйственных культур // Материалы Всероссийского совещания Географической сети опытов с удобрениями «Экологические функции агрохимии в современном земледелии» (Москва, 27-28 февраля 2008 г.). – М.: ВНИИА, 2008. – С. 236-238.
9. Цыгуткин А.С. Двухфакторная неполная факториальная схема опыта $1/2(6 \times 6)$ и ее использование в полевом опыте // Агрохимия. – 2013. – №4. – С. 81-86.
10. Иванова Т.И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей. – М.: Агропромиздат, 1989. – 235 с.
11. Иванова Т.И., Цыгуткин А.С., Костина Л.П. Изучение влияния доз и сроков внесения азотных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы на основе постановки опыта по неполной факториальной схеме // Агрохимия. – 1999. – №4. – С. 56-60.
12. Иванова Т.И., Цыгуткин А.С., Костина Л.П. Изучение влияния доз и сроков внесения азотных удобрений на физические свойства зерна озимой пшеницы на основе постановки опыта по неполной факториальной схеме // Агрохимия. – 1999. – №5. – С. 41-47.
13. Сычев В.Г., Цыгуткин А.С. Продовольственная безопасность страны и мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения // Плодородие. – 2003. – №5. – С. 6-9.
14. Гатаулина Г.Г., Цыгуткин А.С. Основа белковой независимости России // Белый люпин. – 2014. – №2. – С. 2-6.
15. Перегудов В.Н., Иванова Т.И. К вопросу о главных эффектах и взаимодействии факторов в многофакторных опытах с удобрениями. Сообщение 1 // Агрохимия. – 1979. – №9. – С. 110-118.
16. Перегудов В.Н., Иванова Т.И. Эффективность метода блоков в уточнении данных полевых многофакторных опытов с удобрениями. Сообщение 2 // Агрохимия. – 1980. – № 2. – С. 135-140.

17. Цыгуткин А.С. Информативность опыта и ее оценка // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – №6. – С. 45-46.
18. Цыгуткин А.С., Кустова А.А., Стоянова Т.А. Концептуальный подход к изучению вопросов экономики полевого опыта // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №3. – С. 5-7.
19. Цыгуткин А.С. Методология статистической обработки многолетних данных опыта. – М.: Россельхозакадемия, 2002. – 27 с.
20. Цыгуткин А.С. О возможности трансформации повторения во времени в дополнительный фактор схемы опыта // Агрохимия. – 2002. – №2. – С. 77-85.
21. Цыгуткин А.С. Главные эффекты и взаимодействия факторов в многофакторном опыте // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – №5. – С. 53-56.
22. Цыгуткин А.С. Демонстрационный опыт в системе методов опытного дела // Агрофизика. – 2012. – №2. – С. 37-42.

УДК 631.4

СОЛЕВОЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ

Чевердин Ю.И.^{1,2}

¹НИИСХ ЦЧП, Каменная Степь

²Каменно-Степное опытное лесничество, Каменная Степь

E-mail: cheverdin62@mail.ru

Резюме. Дана оценка изменения солевого состава почв под лесной полосой и прилегающем пахотном участке. В черноземе под лесной полосой отмечено увеличение концентрации солей.

Ключевые слова: лесная полоса, пашня, чернозем, состав солей.

Summary. The estimation of changes in the salt composition of soils under the forest strip and adjacent arable land is given. In the Chernozem under the forest strip, an increase in the concentration of salts was observed.

Key words: forest strip, arable land, black soil, salt composition.

Лесные полосы являются одним из основных факторов изменившим облик исходно степных ландшафтов и оказавших влияние на направленность почвообразовательных процессов. При посадке лесных полос ставилась задача улучшить обводненность территории за счет проведения влагонакопительных мероприятий и, на этой основе, повысить продуктивность пашни. В свою очередь изменение водного режима может существенным образом затронуть процессы накопления и миграции солей по почвенному профилю. В настоящее время нами проводятся широкомасштабные исследования по изменению состава водной вытяжки почв под влиянием лесных полос Каменной Степи [2]

Цель данных исследований – изучить солевой состав черноземов в зоне влияния старовозрастной лесной полосы.

Методы исследований. Исследования проведены в Каменная Степь. Объектом служила старовозрастная лесная полоса №133 и прилегающие непосредственно к ней пахотные участки расположенная на плакоре. Полезащитная лесная полоса №133 посажена в 1950 году. Ее размер 2070х27 м. Состав древостоя на водоразделе: 1 ярус – 5Д2Б2Ко1(В+Яз); 2 ярус – 5Ко5Д [1].

Опробование проводилось ручным буром до глубины 200 см.

Результаты исследований. Проведенный анализ состава водной вытяжки черноземов свидетельствует о существенном различии концентрации солей под пашней и лесной полосой. Отмечается наличие глубоко-засоленных почвенных горизонтов. Начиная с верхнего гумусового горизонта, сумма солей под лесной полосой была выше пахотного аналога. В первом случае равнялась 0,097-0,101%, во втором 0,034-0,043%. В карбонатно-аккумулятивном горизонте отмечается резкое увеличение концентрации солей в профиле под лесной полосой, начиная с глубины 100 см. Максимальные значения характерны для горизонта 150-200 см. Сумма солей колеблется в интервале 0,699-0,751%. В агрочерноземе пахотного участка существенно ниже – 0,060-0,065%.

Существенные различия отмечены в анионно-катионном составе водной вытяжки. В нижних засоленных горизонтах черноземов лесной полосы в составе анионов главное лидирующее положение принадлежит сульфат-ионам. Они занимают до 55-88% от общего количества анионов (см. рис.). На втором месте ионы HCO_3 с долей 7-41%. И незначительная часть приходится на хлориды- всего 2-3%. Среди катионов лидирующее место занимают ионы кальция с долей 61-71%, на втором натрий – 10-27%. Ионы магния на последнем месте – 12-14%.

А – лесная полоса №133, Б – пахотный участок

Рисунок – Солевой профиль почв в зоне влияния лесной полосы

На пахотном участке в зоне влияния лесной полосы химизм засоления был иной. В составе анионов на первом месте стоят ионы HCO_3 , на втором – сульфаты. Хлориды, так же как и в почвах лесной полосы, занимают подчиненное положение. Ионам кальция в катионном составе принадлежит лидирующая роль. Незначительно им уступают катионы магния. На долю натрия в почве пахотных угодий, в отличие от лесной полосы, приходится всего 2-4%.

В абсолютном выражении в почве пахотных угодий в зоне влияния лесной полосы концентрация натрия по почвенному профилю варьирует от 0,022

до 0,054 мг-экв/100 г. Непосредственно под лесным насаждением этот показатель существенно выше. Содержанием натрия изменяется от 0,1 в гумусовом горизонте до 2,652 мг-экв в карбонатном горизонте на глубине 170-200 см.

Таким образом, можно утверждать о существенном увеличении концентрации легкорастворимых солей в почвенном профиле черноземов непосредственно под старовозрастной лесной полосой. На прилегающем к ней пахотном участке, в зоне ее влияния, сумма солей многократно ниже.

Библиографический список

1. Вавин В.С., Рымарь В.Т., Ахтямов А.Г. Свиридов Л.Т. Создание долговечных защитных лесных насаждений в условиях юго-востока ЦЧЗ: Монография. – Воронеж, 2007. – 240 с.
2. Чевердин Ю.И., Сауткина М.Ю. Роль искусственных лесных насаждений в изменении солевых характеристик черноземов степной зоны // Лесные почвы и функционирование лесных экосистем: материалы VIII Всероссийской научной конференции с международным участием – М.: ЦЭПЛ РАН, 2019. – С. 85-87.

УДК 631.4

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Чевердин Ю.И.¹, Беспалов В.А.², Титова Т.В.³,

НИИСХ ЦЧП, Каменная Степь

E-mail: ¹ cheverdin62@mail.ru, ² vabespalov@bk.ru, ³ tvtit@mail.ru

Резюме. Проведено изучение состава водной вытяжки лугово-черноземных почв различного характера использования – залежь и паашня. Существенных различий в характере формирования солевого профиля не выявлено. Можно лишь отметить тенденцию увеличения профильной концентрации солей пахотных почв.

Ключевые слова: лугово-черноземная почва, залежь, паашня, состав солей.

Summary. The study of the composition of the water extract of meadow-Chernozem soils of different types of use-Deposit and arable land. There were no significant differences in the nature of the salt profile formation. We can only note the tendency to increase the profile concentration of salts of arable soils.

Key words: meadow-black earth soil, Deposit, arable land, salt composition.

Одной из основных проблем современного почвоведения является существенное увеличение сезонно-переувлажненных почв в степных регионах России [1, 2]. Установлена эволюция черноземов в лугово-черноземные почвы [3]. И в связи с этим одним из актуальных вопросов является оценка солевых характеристик и их изменение в ходе агроэволюции.

Целью наших исследований являлось изучение состава водных вытяжек лугово-черноземных почв различного характера использования.

Исследования проведены в НИИСХ ЦЧП им.В.В. Докучаева.

Результаты исследований. Проведенный анализ состава водной вытяжки лугово-черноземных почв залежи и ее пахотного аналога, позволяет отнести их к незасоленным. Сумма солей в генетических горизонтах колеблется в основном в интервале 0,064-0,091% (см. рис.). Необходимо отметить лишь не-

которое увеличение концентрации солей до 0,331-0,339% в горизонте 150-170 см.

В составе катионов лидирующее положение занимает кальций, на втором месте – магний. На долю натрия приходится незначительная часть, и он занимает подчиненное положение. Пахотный аналог лугово-черноземной почвы характеризовался большим содержанием катионов кальция, особенно в верхнем гумусовом горизонте. Это связано с его биогенной

А – залежь косая 1882 г, Б – пашня
Рисунок – Солевой профиль почв

аккумуляцией сельскохозяйственными растениями. Большее количество катионов магния свойственно пахотным почвам по всему почвенному профилю. По содержанию ионов натрия необходимо отметить следующую особенность. В карбонатных горизонтах залежи отмечается большая концентрация натрия, но она остается на довольно низком уровне. Процессов осолонцевания почв нами не выявлено.

В составе анионов лидирующее положение занимают сульфат-ионы. Причем концентрация снижалась от верхних горизонтов к нижним. И минимальное количество как на залежи, так и на пашне отмечено в слое почвы 170-200 см. Концентрация хлор-иона была примерно одинаковой и не зависела от характера использования угодий. Некоторое увеличение ионов HCO_3 характерно для пахотных лугово-черноземных почв. В этом случае можно отметить и незначительное увеличение профильной концентрации солей характерное для этих почв.

Таким образом, можно отметить близкие показатели состава водной вытяжки в лугово-черноземных почвах залежи и пашни. Можно лишь отметить как тенденцию незначительное увеличение концентрации солей пахотного аналога.

Библиографический список

1. Хитров Н.Б., Назаренко О.Г. Распространение переувлажненных почв в исходно автоморфных агроландшафтах Ростовской области при ведении «сухого» земледелия // Дegradaция богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорации / Научн. тр. – Москва, 2012. – Издательство: РПА «АПР». – С. 125-167.
2. Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И. Сезонно переувлажненные черноземные почвы Каменной Степи // Дegradaция богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорации / Научн. тр. – Москва, 2012. – Издательство: РПА «АПР» – С. 64-89.
3. Чевердин Ю.И. Изменения свойств почв юго-востока Центрального Черноземья под влиянием антропогенного воздействия. – Монография: Воронеж «Истоки», 2013. – 336 с.

УДК 631.461

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВАХ РАЗЛИЧНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

Черепухина И.В.¹, Хатунцева Ю.Ю.²

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара», Воронежская область, п. ВНИИСС

E-mail: icherepukhina@gmail.com

² ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж

E-mail: khatunceva_yliann@list.ru

Резюме. При изучении микрофлоры по физиологическим группам, характер микробиологических процессов, в трех типах биоценозов становится различным. Окультуривание почвы уменьшает количество грибной микрофлоры, но сохраняет большое число споровых микроорганизмов. Залежный участок характеризовался наиболее благоприятным сочетанием различных групп микроорганизмов, численность которых была на оптимальном для чернозема выщелоченного уровне.

Ключевые слова: микробиологическая активность, пашина, лесополоса, залежь.

Summary. When studying microflora by physiological groups, the nature of microbiological processes in the three types of biocenoses becomes different. Cultivation of the soil reduces the amount of fungal microflora, but retains a large number of spore microorganisms. The fallow site was characterized by the most favorable combination of various groups of microorganisms, the number of which was optimal for leached chernozem.

Key words: microbiological activity, arable land, forest belt, fallow.

В экологических системах вследствие сочетания различных факторов в почве устанавливается биологическое равновесие, которое наиболее сильно нарушается антропогенным воздействием. В новых условиях происходит преобразование структуры микробных сообществ почвы, а также их функциональной и биохимической активности. В литературе показаны общие взгляды о развитии микробного сообщества различных типов почв, показано влияние минеральных и органических удобрений, а также степени насыщенности севооборота монокультуры и культуры на функционирование и состав сообщества почвенных микроорганизмов. Но все же, нет четкого представления о специфике вклада каждой культуры севооборота и различных биоценозов в создание микробного пула почвы [1,2,3].

Исследования проводили на территории Всероссийского научно-

исследовательского института сахарной свеклы им. А.Л. Мазлумова и ФГУП им. А.Л. Мазлумова в 2018-2019 гг. в черноземах на пашне, залежи и в лесозащитной полосе. Образцы почвы отбирали сплошной колонкой каждые 10 см до глубины 70 см. В условиях лабораторного опыта в свежих образцах почвы мы определяли численность различных таксономических, физиологических и эколого-трофических групп методом посева последовательных разведений почвенной суспензии на элективные питательные среды [4].

Огромная роль в преобразовании сложных органических соединений в почве принадлежит микромицетам, актиномицетам и споровым бактериям и целлюлозоразрушающим микроорганизмам.

Результаты исследований показали, что численность микромицетов на пашне в слое 0-10 см составила 27 тыс. КОЕ, до глубины 30-40 см она постепенно снижалась, на 30-40 см составила 28,7 тыс. КОЕ. Вниз по профилю с глубины 40-50 см было отмечено резкое снижение (в 3,5 раза) численности изучаемой группы микроорганизмов. Динамика численности микромицетов в почве залежи практически полностью повторяла динамику в почве пашни, то есть также снижалась с глубиной. Также стоит отметить, что наибольшая численность была выявлена в почве, расположенной в лесополосе. Кроме того, если в верхнем слое почвы количество микромицетов варьировало от 28,2 до 41,6 тыс. КОЕ, то на глубине 30-40 и 50-60 см отмечались всплески их активности. Это может быть связано с неравномерным распределением полуразложившихся органических остатков по профилю почвы.

Также существенна роль и актинобактерий. На их долю приходится до 30% от общего числа почвенной микрофлоры. Численность актинобактерий в почве залежи самая высокая, это связано с тем, что они участвуют в разложении органики, а на залежи ее достаточно большое количество. Наименьшая численность этой группы микроорганизмов отмечена на пашне, а на глубине 30-40 до 50-60 см здесь же не появилось ни одной колонии. Это связано с тем, что в данной почве влажность была достаточно высокой, а, как известно, актинобактерии развиваются в засушливых условиях. В лесополосе их численность постепенно снижалась с глубиной до 1,17 млн. КОЕ в 1 г а.с.п.

По количеству споровых форм бактерий можно судить об активизации процесса трансформации поступившего в почву свежего органического вещества, а также о наиболее полном его разложении. Было выявлено, что в почве пашни на глубине 0-10 см споровых бактерий насчитывалось 0,46 млн. КОЕ в 1 г а.с.п., в почве лесополосы их было на – 60,8 % меньше, в залежи – 63,1 %.

Процесс распада целлюлозы осуществляется целлюлозолитическими микроорганизмами. Их численность на пашне в слое 0-10 см составила – 1,71 млн. КОЕ в 1 г а.с.п., вниз по профилю с глубины 20-30 см было отмечено резкое снижение численности данной группы микроорганизмов до 0,11 млн. КОЕ в 1 г а.с.п. На залежи с глубиной вниз по профилю количество целлюлозолитиков также постепенно снижалось. В почве под лесополосой, по-видимому, происходит перераспределение органики по горизонтам, максимальная численность их отмечена на глубине 30-40 см – 3,09 млн. КОЕ в 1 г а.с.п., что со-

гласуется с условным коэффициентом гумификации. Все это говорит о том, что именно на этой глубине наиболее активно происходит разложение органического вещества.

Помимо углеродных соединений не менее важными в почве являются азотные, в трансформации которых принимают участие аммонификаторы, иммобилизаторы азота и diaзотрофы.

Аммонификаторы разлагают органические соединения, содержащие азот, до продуктов полураспада, а в дальнейшем и до полной их минерализации с выделением аммиака. Самая высокая численность аммонификаторов в слое 0-10 см отмечена на пашне – 4,81 млн. КОЕ в 1 г а.с.п. На залежи мы наблюдаем, самую высокую активность аммонифицирующих бактерий по всему профилю, так как здесь идет активный процесс минерализации органического вещества.

Из полученных данных мы видим, что самое высокое количество иммобилизаторов наблюдается в лесополосе и варьирует от 13 до 79 млн. КОЕ в 1 г а.с.п. На глубине 50-60 и 60-70 см количество микроорганизмов, иммобилизирующих азот резко возросло. Предположительно, это может быть связано, с тем, что на данных глубинах идет процесс иммобилизации азота, за счет чего снижалось содержание доступного растениям щелочногидролизующего азота до 70,6 мг/кг, это ниже его содержания на пашне на 54,9 % и на залежи – на 41,5 %. Динамика численности иммобилизаторов в почве пашни практически полностью повторила динамику в почве залежи, то есть также снижалась с глубиной.

Микроорганизмы, которые усваивают молекулярный азот – diaзотрофы. Их численность обладала наибольшей динамичностью на пашне и варьировала от 1,25 до 0,58 млн. КОЕ в 1 г а.с.п. Если в лесу и на залежи наблюдалась одна и та же динамика, то на пашне на глубине 40-50 см численность фиксаторов азота увеличивается в 2 раза. Это также согласуется с результатами по исследованию ureазной активности, которая на этой же глубине увеличивается.

Фосфобактерии – используют энергетические связи органических соединений фосфора. Численность фосфобактерий на пашне в слое 0-10 см составила 4,81 млн. КОЕ в 1 г а.с.п, вниз по профилю с глубины 50-60 см было отмечено резкое снижение изучаемой группы микроорганизмов в 2,5 раза относительно верхнего слоя. Динамика численности фосфобактерий в почве залежи не отличалась от динамики в почве пашни, то есть также снижалась с глубиной. Также стоит отметить, что в почве лесополосы была выявлена наибольшая численность фосфобактерий. Это связано, с тем, что лесополоса, остается без влияния антропогенных факторов и тем самым численность фосфобактерий находится на высоком уровне.

Таким образом, наши исследования показали различный характер микробиологических процессов в почве пашни, залежи и лесозащитной полосе, и он в большой степени зависит от биоценоза. Наиболее богата микромицетами почва, которая расположена в лесополосе, их численность варьировала от 28,2 до 41,6 тыс. КОЕ. Распределение спорообразующих бактерий носило инверсионный характер, но все же здесь прослеживалось снижение численности вниз по

профилю. Почва залежи богата аммонифицирующими бактериями и численность их по всему профилю составляла 16,6 млн. КОЕ в 1 г а.с.п, это связано с тем, что здесь идет достаточно активный процесс минерализации.

Библиографический список

16. Ананьева Н. Д. Оценка устойчивости микробных комплексов почв к природным и антропогенным воздействиям / Н. Д. Ананьева, Е. В. Благодатская, Т. С. Демкина // Почвоведение, 2002. – №5. – С. 580-587
17. Войнова-Райкова Ж. и др. Микроорганизмы и плодородие / Ж. Войнова-Райкова, В. Раиков, Г. Ампова; пер. с болг. и предисл. З. К. Благовещенской; Под. ред. И. В. Плотниковой. – М. – Агропромиздат, 1986. – 120 с.
18. Карягина Л. А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. – Москва: Наука и техника, 1983. – 181 с.
19. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. Пособие / Под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с: ил.

УДК 633.18: 631.16: 658.155: 631.84

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК РИСА КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМ УДОБРЕНИЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕАКЦИИ СОРТА НА УРОВЕНЬ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Чижиков В.Н., Белоусов И.Е.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»,

г. Краснодар, п. Белозерный, Россия

E-mail: igor_bel06@mail.ru

Резюме. В условиях полевого опыта изучали эффективность некорневых подкормок кремнийсодержащим удобрением сортов риса, различающихся отзывчивостью на уровень азотного питания. Установлено, что ее проведение обеспечивало получение прибавки урожайности 0,49-1,03 т/га. Прирост урожайности был получен за счет увеличения массы зерна с растения и 1000 зерен, а также, снижения числа стерильных колосков на метелке.

Ключевые слова: рис, обеспеченность азотом, минеральные удобрения, дозы удобрений, некорневые подкормки, урожайность.

Summary: In the field experience, we studied the effectiveness of foliar top dressing with silicon-containing fertilizer of rice varieties that differ in their responsiveness to the level of nitrogen nutrition. It was established that its implementation provided a yield increase of 0.49-1.03 t / ha. The increase in yield was obtained by increasing the mass of grain from the plant and 1000 grains, as well as reducing the number of sterile spikelets on a panicle.

Key words: rice, nitrogen supply, mineral fertilizers, fertilizer doses, foliar top dressing, productivity.

Одним из важнейших факторов получения стабильно высоких урожаев риса является обеспечение полного и сбалансированного минерального питания растений. Районированные в производстве интенсивные сорта риса характеризуются высокой отзывчивостью на уровень минерального питания, остро реагируя при этом на дефицит того или иного элемента. Одним из таких элементов является кремний.

Кремний в оптимальных дозах способствует лучшему обмену в тканях азота и фосфора, повышает потребление бора и ряда других элементов. Оптимизация кремниевого питания растений приводит к увеличению площади ли-

ствий и создает благоприятные условия для биосинтеза пластидных пигментов. В таких условиях у растений формируются более прочные клеточные стенки, в результате чего снижается опасность полегания посевов, а также поражения их болезнями и вредителями. [4].

Содержание кремния в почве определяется, главным образом, наличием в ней кварца и в меньшей мере – первичных и вторичных силикатов и алюмосиликатов. Хотя его содержание достигает 60-90 % от общей массы почвы, наиболее доступным для питания растений является кремний, находящийся в почвенном растворе. В среднем его содержится 30-40 мг/л, что во многих случаях недостаточно для формирования высоких урожаев.

Рис является кремнефильным растением; он ежегодно выносит до 250 кг/га кремния [4]. Баланс этого элемента в почвах зоны рисосеяния Краснодарского края отрицательный [1]. Установлено, что многолетний некомпенсируемый вынос этого элемента приводит к снижению продуктивности посевов риса. Вместе с тем, внесение в почву кремниевых удобрений экономически малоэффективна, что связано с высокими дозами вносимых удобрений и их стоимостью. При этом эффективность применения удобрений определяется не только дефицитом того или иного элемента и его содержанием в почве, но и способом применения [4]. Установлены периоды, когда растения риса наиболее отзывчивы на внесение тех или иных элементов питания [3]. Для кремния это время от фазы 3-4 до 7-8 листьев, что указывает на возможность его внесения в виде кремнийсодержащих удобрений в некорневую подкормку. При этом необходимо учитывать особенности возделываемого сорта, прежде всего, его отзывчивость на уровень минерального питания [3].

Исследования проводились в условиях полевого опыта на РОС ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса». Почва лугово-черноземная слабосолонцеватая тяжело-суглинистая. Её характеристика: гумус – 2,95 %; общие: азот – 0,24 %, фосфор – 0,23 %, калий – 0,91 %; азот легкогидролизующий – 7,60; фосфор подвижный – 3,96; калий подвижный – 21,8 мг/100 г, pH – 7,4. Схема опыта приведена в таблицах. Сорта риса Фаворит, Полевик. Некорневая подкормка проводилась в фазу кущения (в возрасте 6-7 листьев). Использовалось калийно-кремниевое (7 % калия, 17 % кремния в хелатной форме) комплексное удобрение.

Некорневые подкормки являются эффективным дополнением к корневому питанию растений, особенно в условиях, когда в основной прием отдельные виды удобрений не вносятся или применяются в неоптимальных дозах. Питательные элементы наносятся непосредственно на вегетирующие растения, прочно удерживаются на них и быстро поглощаются, сразу включаясь в процессы метаболизма. Это позволяет обеспечить сбалансированность минерального питания растений, своевременно устранить дефицит того или иного элемента питания, избегая, в то же время, избыточного применения удобрений.

В рисоводстве для некорневых подкормок используются удобрения, которые имеют в своем составе легкодоступные растениям макро- и микроэлементы в хелатной форме. Эффект от вносимых в некорневую подкормку удоб-

рений, как правило, носит комплексный характер, т.е. влияние удобрения проявляется через ряд взаимосвязанных показателей. Одним из таких параметров является уровень обеспеченности растений риса азотным питанием (табл. 1).

Таблица 1 – Обеспеченность растений риса азотным питанием, ед.

Вариант	Срок проведения			
	Сорт Полевик		Сорт Фаворит	
	6-7 листьев	7-8 листьев	6-7 листьев	7-8 листьев
N ₉₂ P ₅₀	477	532	470	469
N ₉₂ P ₅₀ + Si	480	545	480	482
N ₁₃₈ P ₅₀	486	556	481	485
N ₁₃₈ P ₅₀ + Si	486	576	482	499

Как следует из представленных результатов, в первый срок определения не установлено значительных различий между вариантами опыта. Наименьшая обеспеченность азотом была установлена у растений фоновых вариантов (без обработок). Она составила 477-486 ед. у сорта Полевик и 470-481 ед. у сорта Фаворит на дозах N₉₂ и N₁₃₈ соответственно. Различия между ними и опытными вариантами были незначительны и обуславливались проведенной в возрасте 5-6 листьев второй корневой подкормкой.

Повторная экспресс-диагностика посевов была проведена через неделю после некорневой подкормки. Ее результаты показали, что обеспеченность растений азотом на вариантах, где была проведена подкормка растений кремнием, была на 13-20 ед. (2,44- 3,60 %) для сорта Полевик и на 13-14 (2,77 %) для сорта Фаворит. Это связано с усилением минерального питания растений в результате проведенной подкормки: внесенный кремний стимулировал биохимические процессы, что потребовало дополнительных количеств потребляемых элементов питания, в том числе – азота.

Таким образом, некорневая подкормка кремниевыми удобрениями оказала влияние на обеспеченность растений азотным питанием и протекающие в них метаболические процессы, что в конечном итоге обусловило величину сформированного урожая (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность зерна риса, т/га

Вариант	N ₉₂ P ₅₀ – фон		N ₁₃₈ P ₅₀	
	т/га	прибавка	т/га	прибавка
Сорт – Фаворит				
фон	7,94	–	8,27	–
Фон + Si	8,97	+ 1,03	8,47	+ 0,20
HCP ₀₅	0,374		0,565	
Сорт – Полевик				
фон	8,91	–	9,27	–
Фон + Si	9,52	+ 0,61	9,76	+ 0,49
HCP ₀₅	0,399		0,438	

Полученные в опыте результаты показывают, что урожайность риса в значительной степени зависела от реакции сорта на уровень азотного питания. Так, на полунтенсивном сорте Фаворит наибольший эффект от некорневой

подкормки кремнием был получен на фоне внесения N_{92} : прибавка урожайности составила 1,03 т/га (12,97 %). Увеличение дозы внесенного азотного удобрения с N_{92} до N_{138} привело к некоторому росту урожайности на фоновом варианте (на 4,16 %), зато проведенная некорневая подкормка не обеспечила получения существенной прибавки. Как уже указывалось ранее [2], доза N_{138} для сорта Фаворит является избыточной, в таких условиях эффект от проводимых некорневых подкормок в лучшем случае минимален.

На сорте универсального типа Полевик эффективность некорневой подкормки кремнием также во многом определялась дозой внесенного азота. На фоне N_{92} она была выше: прибавка урожайности составила 0,61 т/га (6,85 %) в то время как на более высокой дозе азота – всего 0,49 т/га (5,28 %). Скорее всего, это связано с тем, что эта доза азота (N_{138}) является оптимальной для сорта Полевик, о чем свидетельствует достаточно высокая урожайность на фоновом варианте. Поэтому, подкормки, направленные на улучшение азотного режима в таких условиях не дают большого эффекта. Тем не менее, учитывая высокий уровень урожайности на фоновом варианте, такую прибавку можно считать хорошим результатом.

Для получения более полной информации выполнен биометрический и структурный анализ отобранных перед уборкой урожая модельных снопов. Анализ элементов структуры урожайности позволяет выявить, за счет каких показателей произошло ее изменение в ту или иную сторону. Эти данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Биометрический анализ и структура урожайности

Вариант	Масса зерна, г.		Пустозер- ность, %	К _{кущ}
	с растения	1000 шт.		
Сорт – Фаворит				
N ₉₂ P ₅₀	3,01	26,64	15,40	1,0
N ₉₂ P ₅₀ + Si	3,85	29,38	14,87	1,1
N ₁₃₈ P ₅₀	3,09	25,76	22,79	1,0
N ₁₃₈ P ₅₀ + Si	3,40	28,10	18,94	1,1
HCP ₀₅	0,337	0,486		
Сорт – Полевик				
N ₉₂ P ₅₀	3,03	24,29	18,23	1,0
N ₉₂ P ₅₀ + Si	3,62	25,08	14,50	1,2
N ₁₃₈ P ₅₀	3,18	24,69	15,79	1,0
N ₁₃₈ P ₅₀ + Si	3,58	25,35	13,39	1,0
HCP ₀₅	0,291	0,419		

Показатель интенсивности кушения растений риса является одним из ключевых, т.к. он показывает, какое количество продуктивных побегов на единицу площади было сформировано, а это важно для анализа вклада элементов структуры в формирование урожайности. Вследствие высокой густоты стояния полученных всходов, кушение растений было невысоким, продуктивная кустистость по всем вариантам опыта не превышала 1,2 продуктивного побега на растение. Таким образом, формирование урожая происходило за

счет главной метелки, продуктивность которой определяется массой зерна и соотношением числа стерильных и выполненных колосков (пустозерностью).

Как следует из данных таблицы, на опытных вариантах у растений сорта Фаворит масса зерна с растения была существенно выше, чем на фоновом варианте. Прирост массы составил 0,39-0,84 г/раст. (12,62-27,90 %). Отмечено также увеличение массы 1000 зерен – на 2,34-2,74 г. (9,08-10,28%) и снижение количества стерильных колосков на метелке – на 0,53-3,85 %. При этом следует учитывать, что, вследствие низкой продуктивной кустистости, был сформирован только главный побег, условия налива и созревания зерна которого всегда лучше, а пустозерность таких побегов всегда ниже. Аналогичные закономерности получены и при биометрическом анализе растений сорта Полевик. Таким образом, прирост урожайности был получен за счет увеличения массы зерна с растения и 1000 зерен, а также, снижения числа стерильных колосков на метелке.

Эффективность некорневых подкормок кремниевыми удобрениями определялась реакцией сорта на уровень азотного питания. Для сортов полунтенсивного типа на невысокой дозе азота этот прием был эффективен. Наоборот, для сортов интенсивного типа некорневая подкормка кремнием была эффективной на всех уровнях азотного питания причем на фоне невысокой обеспеченности азотом прибавка была выше. Таким образом, некорневые подкормки являются эффективным регулятором минерального питания растений.

Библиографический список

1. Алешин Е.П., Щукин М.М., Шеуджен А.Х. Содержание и баланс элементов минерального питания в почвах рисовых полей Кубани //Вестник с.-х. науки, 1987. – № 1. – С. 30-34
2. Белоусов И.Е., Кремзин Н.М. Эффективность некорневых подкормок риса как элемента сортовой агротехники //Рисоводство, 2017. – № 1 (34). – С. 20-26.
3. Белоусов И.Е., Чижиков В.Н. Эффективность некорневых подкормок кремниевым комплексным удобрением растений риса в зависимости от срока их проведения // Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» - с. Соленое Займище, ФГБНУ ПНИАЗ, 28 февраля 2019 г. – С. 411-15
4. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.

УДК: 631.9

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РИСОПРОДУКТОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ РИСА В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА

Чижикова С.С., Ольховая К.К.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный научный центр риса», г. Краснодар

E-mail: Kvetochka2005@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки содержания белка сортов риса украинской селекции Серпневый, Премиум, Виконт, Адмирал, Командор, выращенных в Краснодарском крае в 2018, 2019 гг. Большинство изучаемых сортов являлись низкобелковыми. Более глубокое залегание белка (88,0 - 91,5 %) отмечено у сортов Рапан и Виконт.

Ключевые слова: рис, сорт, содержание белка, шелушеное и шлифованное зерно.

Рисоводство в России динамично развивается: ежегодно увеличивается объем валового производства зерна риса, совершенствуются технологии его переработки, расширяется сортимент сортов и вырабатываемых из них рисопродуктов, отвечающих требованиям потребительского рынка. В настоящее время, в среднем из всех потребляемых круп в РФ на долю рисовой крупы приходится 28 – 29 % [1]. Белок является вторым по содержанию после крахмала компонентом зерновки риса [2]. Сорта по содержанию белка в зерне разделяют на три группы: низкобелковые – с содержанием белка в шлифованном рисе менее 7,0 %, среднебелковые (7,0-8,0 %) и высокобелковые - более 8,0 % [3]. Белок в зерне распределяется неравномерно: концентрация белка выше в зародыше, перикарпе и семенной оболочках, поэтому шелушенная зерновка содержит больше белка, чем шлифованная [2]. Сорта, содержащие более 7,5 % белка в крупе, относятся к ценным. Создание сортов риса с высоким содержанием белка является одной из основных задач селекционного процесса в рисопроизводящих странах. Изучение изменчивости сортов риса по содержанию белка в зерне ведутся в программах исследования реакции сортов риса на агроклиматические условия возделывания культуры.

Цель исследования – изучить содержание белка в шелушенном и шлифованном зерне сортов риса украинской селекции, выращенных в условиях Краснодарского края в 2018, 2019 гг.

Материалы и методы исследований. Материалом исследований служили сорта риса украинской селекции, выращенные на опытно-производственном участке (ОПУ) ФНЦ риса в 2018, 2019 гг.: Серпневый, Премиум, Виконт, Адмирал, Командор. В качестве стандарта использовали сорт Рапан. Содержание белка определяли в шелушенном и шлифованном рисе на приборе «Инфратек» (РФ). Шелушенный рис получали на шелушильной установке «Сатаке» (Япония), шлифованный – на установке ЛУР 1М. Статистическую обработку данных проводили по методу Доспехова Б.А.

Результаты и обсуждения.

Оценку содержания белка в зерне сортов риса украинской селекции проводили в связи с пищевой ценностью рисопродуктов и изменчивостью сортов

по изучаемому признаку в условиях выращивания риса в Краснодарском крае. В результате исследований выявили, что максимальное содержание белка в шелушенном зерне риса отмечено у сорта Командор, где значение признака составляло 8,1 и 8,0 % в 2018 и 2019 гг. соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание белка в зерне сортов риса украинской селекции

Сорт	Год	Содержание белка, %	
		в шелушенном рисе	в шлифованном рисе
Рапан	2018	8,7	7,9
	2019	8,6	7,8
Серпeneвый	2018	7,8	6,5
	2019	7,4	6,3
Премиум	2018	7,4	6,2
	2019	7,2	6,1
Виконт	2018	7,3	6,4
	2019	7,1	6,3
Адмирал	2018	7,8	6,4
	2019	7,6	6,2
Командор	2018	8,1	7,1
	2019	8,0	7,0
НСР ₀₅		0,09	0,07

Наименьшее содержание белка в шелушенном зерне риса отмечено у сорта Виконт: 7,3 и 7,1 % в 2018 и 2019 гг. соответственно. На том же уровне значение признака у сорта Премиум, где содержание белка в 2018 г. составило 7,4 %, в 2019 г. – 7,2 %. У сортов Серпeneвый и Адмирал в 2018 г. значения признака не различались (7,8 %). В 2019 году содержание белка в шелушенном зерне риса составило 7,4 % у сорта Серпeneвый и 7,6 % у сорта Адмирал. У сорта стандарта Рапан значения признака были существенно выше, чем у всех изучаемых сортов: 8,7 % в 2018 году и 8,6 % в 2019 г.

Изучали так же содержание белка в шлифованном зерне риса. Причем характер изменения изучаемого признака у некоторых сортов был аналогичным, как у шелушеного, так и у шлифованного риса. Наибольшее значение признака отмечено у сорта Командор: 7,1 и 7,0 % в 2018 и 2019 гг. соответственно. Наименьшее содержание белка в шлифованном рисе у сорта Премиум, где значения признака составляли 6,2 и 6,1 % по годам соответственно. У сортов Серпeneвый и Виконт содержание белка в 2018 году составляло 6,5 и 6,4 % соответственно, а в 2019 году значения признака существенно не различались (6,3 %). Та же тенденция наблюдалась и в 2018 году у сортов Виконт и Адмирал (6,4 %). У сорта стандарта Рапан содержание белка было существенно выше, чем у всех изучаемых сортов: 7,9 % в 2018 году и 7,8 % в 2019 г.

Таким образом, в шлифованном рисе содержание белка по отношению к шелушеному было ниже, причем степень снижения является критерием пищевой ценности рисопродуктов. Поэтому в данных исследованиях так же определяли содержание белка в шлифованном зерне риса по отношению к таковому в шелушенном, что косвенно позволяет оценить глубину залегания белка в зерновке. Более глубокое залегание белка (88,0-91,5 %) отмечено у сорта стан-

дарта Рапан и у сорта Виконт, где снижение содержания белка в шлифованном зерне риса составило 91,3 и 88,9% по сортам соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание белка в шлифованном зерне риса по отношению к таковому в шелушенном, %

Сорт	Относительное содержание белка в шлифованном зерне риса, %
Рапан	91,3
Серпeneвый	84,2
Премиум	84,9
Виконт	88,9
Адмирал	81,8
Командор	87,5
НСП ₀₅	0,5

Менее глубокое залегание белка (78,9 – 87,9 %) наблюдали у сортов Серпeneвый, Премиум, Адмирал и Командор. Максимальными потерями белка при шлифовании отличался сорт Адмирал, минимальными – сорта: стандарт Рапан, Виконт и Командор.

По результатам исследования сортов риса украинской селекции, выращенных в условиях Краснодарского края по содержанию белка в шелушенном и шлифованном зерне риса можно сделать вывод, что изучаемые сорта являются низкобелковыми, исключение составили сорта Рапан и Командор, которые относятся к группе среднебелковых.

Библиографический список

1. Малышева, Н.Н. К вопросу развития отрасли рисоводства / Н.Н. Малышева // Сборник научных трудов по материалам V Международной науч.-практ. конф. «Современные тенденции развития науки и технологий» № 5, часть I. – Белгород, 2015. – С. 71-73.
2. Павлов, А.К. Алейроновый слой, алейроновые зерна и белковые тела зерновых злаковых культур / А.К. Павлов // Физиол. и биохим. культ. раст.–1972.–Т. 4. – Вып. 5. – С. 62-65.
3. Туманьян, Н.Г. Характеристика сортов риса российской селекции по содержанию белка в зерне и крупе / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства юга России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – 2018. – С. 300-302.

УДК: 633.18.631.52:631.523

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ РИСА УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Чижикова С.С., Ольховая К.К.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный научный центр риса», г. Краснодар

E-mail: Kvetochka2005@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты технологической оценки сортов риса украинской селекции Серпeneвый, Премиум, Виконт, Адмирал, Командор, выращенных в Краснодарском крае в 2018, 2019 гг. Наиболее стабильным сортом по изучаемым признакам качества был сорт Виконт.

Ключевые слова: рис, сорт, масса 1000 а.с. зерен, пленчатость, стекловидность, трещиноватость, выход крупы.

Технологические признаки качества зерна риса – важнейшие показатели урожая и основные критерии рентабельности производства риса и качества вырабатываемой продукции [2]. Формирование признаков качества зерна риса обусловлено не только биологическими особенностями сорта, но и агроэкологическими условиями вегетации [1,3]. В связи с этим, **целью исследования** явилось изучение технологических признаков качества зерна сортов риса украинской селекции, выращенных в условиях Краснодарского края в 2018, 2019 гг.

Материалы и методы исследований. Материалом исследований служили сорта риса украинской селекции, выращенные на опытно-производственном участке (ОПУ) ФНЦ риса в 2018, 2019 гг.: Серпневый, Премиум, Виконт, Адмирал, Командор. В качестве стандарта использовали сорт Рапан. Массу 1000 зёрен определяли по ГОСТу ISO 520-2014 с использованием ГОСТа 13586.5-93, пленчатость зерна – по ГОСТу 10843-76, стекловидность и трещиноватость – с помощью диафаноскопа ДСЗ-3, выход и качество крупы определяли на лабораторной установке ЛУР-1. Статистическую обработку данных проводили по методу Доспехова Б. А.

Результаты и обсуждение. В результате оценки изучаемых сортов по признакам качества зерна было выявлено, что масса 1000 а.с. (абсолютно сухих) зерен у большинства сортов была выше в 2019 году и составляла 23,4 г у сорта Серпневый, 21,4 г у сорта Премиум, 25,9 у сорта Виконт (таблица). Иная закономерность отмечена у сортов Адмирал и Командор, где значения признака в 2019 году были существенно ниже, чем в 2018 г. и составляли 23,3 и 25,3 г по сортам соответственно.

Пленчатость в зависимости от года исследований изменялась неоднозначно. Так, у сортов Серпневый и Адмирал значения признака в 2019 году были достоверно ниже, чем в 2018 г. и составляли 19,2 и 17,9 % по сортам соответственно.

Таблица – Технологические признаки качества зерна сортов риса украинской селекции

Сорт	Год	Технологические признаки качества зерна риса				
		Масса 1000 а.с. зерен, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Содержание целого ядра в крупе риса, %
Рапан	2018	26,3	20,0	65	6	94,9
	2019	26,6	20,2	99	21	89,2
Серпневый	2018	22,4	21,4	90	3	97,4
	2019	23,4	19,2	96	6	97,9
Премиум	2018	20,9	20,0	65	11	98,6
	2019	21,4	20,1	95	21	90,8
Виконт	2018	25,4	18,0	88	10	98,3
	2019	25,9	20,7	90	7	96,2
Адмирал	2018	28,4	19,4	74	4	88,7
	2019	23,3	17,9	98	1	94,3
Командор	2018	26,1	16,2	70	13	95,2
	2019	25,3	20,0	85	44	63,2
НСР ₀₅						

У сортов Виконт и Командор пленчатость в 2019 году была значительно выше, чем в 2018 г. и составляла 20,7 и 20,0 % соответственно. Значения признака существенно не различались по годам у сорта Премиум и составляли 20,0 и 20,1 % соответственно в 2018 и 2019 гг.

Стекловидность зерна у всех изучаемых сортов была выше в 2019 году. Наибольшее значение признака отмечено в 2019 г. у сорта Адмирал (98 %), наименьшее – у сорта Премиум (65 %).

Трещиноватость в опыте была выше в 2019 году у сортов Серпeneвый (6 %), Премиум (21 %), Командор (44 %); ниже – у сортов Виконт (7 %), Адмирал (1 %). Наибольшая трещиноватость отмечена у сорта Командор (44 %), наименьшая – у сорта Адмирал (1 %) в 2019 году.

Содержание целого ядра в крупe риса в 2019 году у большинства сортов было ниже, чем в 2018 г. и составляло у сорта Премиум 90,8 %, у сорта Виконт 96,2 %, у сорта Командор 63,2 %. Обратная закономерность отмечена у сортов Серпeneвый (97,9 %) и Адмирал (94,3 %).

Таким образом, у изучаемых сортов отмечена высокая вариабельность признаков качества зерна: «стекловидность» – 65-98 %, «трещиноватость» – 1-44 %, «содержание целого ядра в крупe риса» – 63,2-98,6 %; низкая вариабельность «массы 1000 а. с. зерен» – 20,9-28,4 %, «пленчатости» – 16,2-21,4 %. Наиболее стабильным сортом по изучаемым признакам качества был сорт Виконт. Результаты исследований можно использовать для оптимизации подбора родительских пар в селекционном процессе и прогнозирования изменчивости сортов по важнейшим признакам качества зерна, что даст возможность вести направленную селекцию сортов, стабильных по признакам качества зерна, для регионов рисосеяния.

Библиографический список

1. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич, В. В. Иноземцева. – М.: Колос, 1984. – 334 с.
2. Коротенко, Т.Л., Биологические особенности и качество зерна сортов риса отечественной и зарубежной селекции в экологических условиях Кубани / Т.Л. Коротенко, Н.Г. Туманьян, А.А. Петрухненко // Рисоводство. – 2016. – № 1-2 (30-31). – С. 23-33.
3. Казарцева, А.Т. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна / А.Т. Казарцева. – Майкоп: ГУРИП «Адыгея», 2004. – 160 с.

УДК 631.46

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ

Чуян Н.А.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск

E-mail: Chuyan.6546@yandex.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрены научные подходы разных авторов по эффективности использования биопрепаратов в сельскохозяйственном производстве, представлены вопросы, наиболее часто возникающие в связи с применением микробиологических препаратов в растениеводстве.*

Ключевые слова: биопрепараты, послеуборочные остатки, сельскохозяйственное производство, компоненты агротехнологии, микроорганизмы.

Одним из факторов, ограничивающим широкое использование соломы в качестве удобрения, является низкая скорость ее разложения из-за высокого содержания лигнина и целлюлозы, и низкого содержания азота.[1] Поэтому, для ускорения разложения и повышения гумификации послеуборочных остатков применим способ инокуляции их микробиологическими препаратами – деструкторами перед заделкой в почву, которая обеспечивает интродукцию активных штаммов микроорганизмов на солому и в дальнейшем – в почву [2].

В настоящее время имеются сведения [3,4,5,6] о том, что прием внесения биопрепаратов в комплексе с побочной продукцией на поле приводит к улучшению минерального питания растений, подавляет рост фитопатогенных микроорганизмов, способствует усиленному развитию корневой системы растений. Кроме того, применение биопрепаратов по стерне увеличивает скорость разложения послеуборочных растительных остатков, обогащает почву органическим веществом, повышает биологическую активность почвы, что способствует улучшению водного, воздушного и питательного режима.

К настоящему времени накоплен большой научный материал по применению бактерий-антагонистов в сельском хозяйстве, на основе которого ведутся разработки технологий производства биопрепаратов с использованием микроорганизмов. В то же время биологическое разнообразие микроорганизмов остается недооцененным ресурсом для решения этих проблем [7,8].

Наряду с определенными положительными результатами, свидетельствующими об эффективности биопрепаратов, применяемых для разложения побочной продукции растениеводческой продукции [9,10,11,12], экспериментальные данные некоторых исследователей показывают отсутствие стабильного устойчивого эффекта [13,14,15].

По мнению некоторых зарубежных ученых [16] конкуренция с обществом аборигенной микрофлоры, а также буферность почвенной экосистемы по отношению к внедряемым модификаторам является основным ограничивающим фактором получения стойкого эффекта от их применения [17].

Казалось бы, положительное действие биопрепаратов в инокуляции послеуборочных остатков оставляет за собой веский аргумент широкого использования их в сельскохозяйственном производстве. Но, не следует забывать, что микробиологические препараты не отменяют внесения минеральных удобрений, агрохимикатов и т.д. Поэтому, важны разработки региональной технологической схемы применения биопрепаратов в комплексе с другими агротехническими приемами, в соответствии с сельскохозяйственным направлением и почвенно-климатическими условиями хозяйства.

Считается, что использование микробиологических препаратов-деструкторов для разложения растительных остатков является экологически безопасным приемом утилизации растительных остатков [18]. Но, в связи с этим возникает проблема контроля оптимального уровня рабочей концентра-

ции раствора биопрепарата, завышение которого может подавлять развитие растений и обеспечить токсичный эффект для почвенного микробиоценоза, и тем самым вызвать экологическую угрозу.

Недостаточно изучено действие биопрепаратов на микробиологическое состояние самих обрабатываемых почв, хотя отмечено, что в ряде случаев, вместе с постоянной выборочно подавляется и развитие полезной грибной микрофлоры. Положительный эффект последействия исследован и определен пока для ограниченного числа микробиологических препаратов (Экстрасол, БисолбиСан, Апирин-С, Апирин-Б) [19].

Заметно осложняет использование микробиологических препаратов различные технологии возделывания культур, определяемые сельскохозяйственным направлением предприятия. Немаловажна оценка уровня антропогенного ресурса хозяйства, что предполагает при включении биопрепаратов в цикл сельскохозяйственного производства дополнительные расходы на технику (опрыскиватели) для внесения препаратов, условия хранения его, возможность своевременной закупки и доставки биопрепаратов на весь вегетационный период. Неоднозначно складывается ситуация при возможности совмещения традиционных систем обработок: внесения минеральных и органических удобрений, обработка пестицидами, внекорневые подкормки с применением микробиологических препаратов в баковых смесях [19].

Основной проблемой остается составление рекомендаций по внесению биопрепаратов. Это связано с тем, что результаты их применения получены в лабораторных опытах или идеальных делянках опытного хозяйства, при этом опускаются сведения о климатических условиях экспериментального года, по свойствам почв, срокам и способам обработок, тем самым данные опытов невозможно научно обосновать и обобщить к разным условиям и срокам проведения исследований.

Кроме того, недостаточно экспериментальных данных длительных опытов различных почвенно-климатических зон, позволяющих выявить изменения в направленности и интенсивности изменения почвенных показателей, в частности микробиологических процессов в динамике в условиях использования биопрепаратов.

Экономический эффект от биопрепаратов проявляется при разработке схем применения препаратов, учитывающих характеристики почвенного покрова, агроклиматические условия, особенности агротехники. Определение способов, доз и сроков обработок биопрепаратами возможно лишь в процессе проведения производственных опытов с длительным ротационным периодом.

В виду того, что каждый из компонентов агротехнологии: внесение удобрений, способы обработок, обработка гербицидами, обработка почвы и культур микробиологическими препаратами по отдельности можно рассматривать как почвоулучшающий, но результат их совместного действия (взаимодействия) является абсолютно не предсказуемым.

Можно предположить, что эффективность действия биопрепаратов в значительной степени будет зависеть от таких факторов, как влажность и темпе-

ратура, уровень обеспеченности элементами питания и кислотность почвы, для которой их применяют. В этой связи актуальны исследования, направленные на поиск и изучение методов и приемов повышения эффективности микробиологических препаратов для управления процессами трансформации пожнивных остатков [20].

Возможно, с ростом объема сельскохозяйственной продукции в нашей стране возникнет перспектива широкого внедрения микробиологических препаратов в современных агротехнологиях, как дополнительный способ сокращения использования химических веществ в сельском хозяйстве.

Библиографический список.

1. Пинский Д.Л., Мальцева А.Н., Золотарев Б.Н., Дмитриева Е.Д. Кинетика трансформации растительных остатков кукурузы и клевера в минеральных субстратах различного состава // Почвоведение. – 2017. – №6. – С. 690-697.).
2. Русакова И.В., Воробьев Н.И., Шабардина Н.П. Оценка эффективности биопрепаратов-деструкторов растительных остатков / Материалы Международной научно-практической конференции «Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения», Нижний Новгород, 31 мая - 02 июня 2017 года, С. 118-121.).
3. Пусенкова Л.И., Ильясова Е.Ю., Ласточкина О.В., Максимов И.В., Леонова С.А. Изменение видового состава микрофлоры ризосферы и филлосферы сахарной свеклы под влиянием биопрепаратов на основе эндофитных бактерий и их метаболитов // Почвоведение. – 2016. – №10. – С 1205-1213.
4. Клыкова М.В., Дунайцев И.А., Жиглецова С.К., Кондрашенко Т.Н., Ариповский А.В., Антошина О.А., Коломбет Л.В. Влияние на урожайность зерновых и бобовых культур психротолерантного штамма *Pseudomonas chlororaphis* Vsk- 26a3 с фосфатрастворящими и фунгицидными свойствами // Агрохимия. – 2017. – №7. – С. 63-70.
5. Бородкин О.И. Формирование микробного сообщества и фитотоксических свойств чернозема в специализированном севообороте // Сахарная свекла. – 2010. – №8. – С. 14-19.
6. Рябчинская Т.А., Зимина Т.В. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства // Агрохимия. – 2017. – №12. – С. 62-92.
7. Павлюшин В.А., Тютюрев С.Л., Попова Э.В., Новикова И.И., Быкова Г.А., Домнина Н.С. Новые комплексные препараты для защиты овощных культур от грибных и бактериальных болезней // Биотехнология. – 2010. – №4. – С. 69-80.
8. Vance C.P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources // Plant. Physiol. – 2001. – V. 127. – P. 390-397.
9. Безлер Н.В., Черепухина И.В. Запашка соломы ячменя и продуктивность культур в зернопропашном севообороте // Земледелие. – 2013. – №4. – С. 11-13.
10. Богатырева Е.В. Использование соломоразлагающих биопрепаратов в зоне неустойчивого разложения Ставропольского края // Земледелие. – 2013. – №8. – С. 14-16.
11. Никитин С.Н., Захаров С.А. Влияние минеральных удобрений, биопрепаратов в последствие навоза на биологические свойства почвы и урожайность яровой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – №2 (34). – С. 37-42.
12. Осипов А.И., Гадаборшев Р.Н., Малашин С.Н., Балакина С.В., Глазко Л.А. Продуктивность сельскохозяйственных культур при применении микробиологических препаратов // Плодородие. – 2019. – №2. – С. 31-36.)
13. Бирюков Е.В. Возможность применения биопрепарата триходермин в качестве микробиологического удобрения в условиях Тамбовской области // Вопросы современной науки и практики. – 2008. – №1(11). – Т. 1. – С. 84-92.
14. Бакаева Ю.Н., Безлер Ф.Г. Влияние куриного помета и препарата Тамир на всхожесть и урожайность яровой пшеницы в условиях степной зоны Оренбуржья // Известия Орен-

бургского государственного университета. – 2014. - №2. – С. 34-36, 11, плакат).

15. Myer J., Scheid S. et al. How effective are Effective microorganisms R EM Results from a field study in temperate climate // Applied Soil Ecology. – 2010. – V. 46 (2). – Pp. 230-239.

16. Omar de Kok-Mercado Microbial decomposition of corn residue in two lo Mollisols // Graduate Theses and Dissertations. 2015. 14770. URL: <http://lib.dr.iastate.edu/etd/14770>.

17. Esther O.J., Hong T.X., Hui G.C. Influence of straw degrading microbial compound on wheat straw decomposition and soil biological properties // African Journal of Microbiology Research. – 2013. – Vol. 7(28). – Pp. 3597-3605.

18. Русакова И.В., Воробьев Н.И., Шабардина Н.П. Оценка эффективности биопрепаратов-деструкторов растительных остатков / Материалы Международной научно-практической конференции «Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения», Нижний Новгород, 31 мая-02 июня 2017 г., С. 118-122.

19. Петров В.В. Чеботарь В.К. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, Эффективность, перспективы // Рынок АПК. – 2009. – №1. – С. 16-18.

20. Русакова И.В., Московин В.В. Микробная деградация соломы под влиянием биопрепарата Багс и приемы повышения эффективности его применения на разных типах почв. // Агрохимия. – 2016. – №8. – С.56-61.

УДК 631.4

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ПО ПОЧВАМ БЕЛАРУСИ

Шульгина С.В., Азаренок Т.Н., Матыченков Д.В.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск

E-mail: soil@tut.by

Резюме. Востребованность оперативного доступа к электронной информации о почвах сельскохозяйственных земель актуализирует вопрос о разработке справочно-аналитического ресурса Электронный реестр почв Беларуси. В статье изложены научно-методические основы построения реестра: принципы, структура, требования.

Ключевые слова: почвы сельскохозяйственных земель, информационный ресурс, Электронный реестр почв Беларуси, принципы, структура.

Summary. The demand for online access to electronic information on agricultural land soils actualizes the question about the development of a reference and analytical resource Electronic Soil Register of Belarus. The article sets out the scientific and methodological basics of construction the registry: principles, structure, requirements.

Key words: agricultural land soils, information resource, Electronic Soil Register of Belarus, construction principles, structure.

Территория Беларуси, занимая относительно небольшую площадь (207 600 км²), характеризуется чрезвычайно разнообразным компонентным составом почвенного покрова, обусловленным естественно-историческими факторами почвообразования, хозяйственной деятельностью человека. Национальным богатством республики являются почвы земель сельскохозяйственного назначения, на долю которых приходится 40,8% от общей площади земель или 8460,1 тыс. га, из них пахотных – 67,5% (5712,3 тыс. га) [1]. Сегодня среди специалистов агропромышленного комплекса, ученых широко востребован оперативный доступ к электронной информации о почвах сельскохозяйственных земель, содержащей систематизированный свод актуальных количе-

ственных и качественных показателей агроэкологического, агропроизводственного, нормативно-технического характера. Однако в нашей стране отсутствует специализированный информационный ресурс, в котором были бы отражены современные параметры компонентов почвенного покрова агроэкологической и агрономической направленности. Его разработка является достижимой целью в Институте почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Беларуси благодаря весоному научно-практическому заделу:

- осуществлены инвентаризация и системный учет разносторонних фактических данных о почвах республики по результатам теоретических и прикладных научных исследований, крупномасштабного почвенного картографирования (1986-2005 гг.), корректировки почвенных материалов осушенных и прилегающих к ним земель сельскохозяйственных организаций (2006–2015 гг.), крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв, кадастровых землеоценочных работ [2-4];

- на основе выше перечисленных исследований и разработанных методик [5,6] создана разноуровневая Почвенная информационная система Беларуси [7]. ПИСБ республиканского уровня состоит из оцифрованной почвенной карты Беларуси М 1:2 500 000 (с корреляцией легенды согласно WRB, 2006) и базы данных почвенных профилей (более 23 000 разрезов) с аналитикой к почвенным разновидностям, площадными сведениями;

- созданы цифровые почвенные карты на территорию отдельных землепользователей (М 1:10 000, 1:50 000);

- результаты систематизации многолетних почвенно-агрохимических исследований положены в основу новой монографии «Почвы Республики Беларусь» [8], в которой представлена развернутая информация о качественном состоянии почв, степени агрогенной трансформации их состава и свойств, тенденциях изменения почвенного покрова, рассматриваются вопросы почвенного районирования, цифровой почвенной картографии, охраны, приведена агропроизводственная группировка почв по их пригодности под культуры, проведен анализ результатов второго тура кадастровой оценки сельскохозяйственных земель.

Итоги научных исследований позволили определить принципы построения и функционирования справочно-аналитической системы Электронный реестр почв Беларуси [6,9]:

- охват всего разнообразия компонентного состава почвенного покрова. Центральной структурной единицей реестра является тип (подтип) почвы согласно Номенклатурному списку 2013 г. [10], который используется в практике ведения почвенно-картографических работ. Основным картографическим источником до сих пор является почвенная карта БССР 1977 г. (М 1:600 000), на основе которой создана почвенная карта республики М 1:2 500 000 (Национальный атлас Беларуси, 2002 г.). Тип (подтип) почвы будет охарактеризован типичным профилем с координатной привязкой и морфолого-аналитической информацией по генетическим горизонтам в пределах метрового слоя;

- комплексность данных, которая выражена разнородными показателями:

агроклиматическими, литологическими, морфологическими, физико-химическими, водно-физическими, агропроизводственными и др.;

- передача почвенной информации в виде взаимосвязанных геометрической (пространственной) и семантической (атрибутивной) составляющих;

- корреляция номенклатуры почв Электронного реестра с WRB (2015) для взаимопонимания на международном уровне.

Функционирование электронного реестра почв должно соответствовать следующим требованиям:

- объективность информации. Зачастую сведения по искомым почвам представлены не полностью, являются устаревшими, что приводит к субъективности оценки их агроэкологического состояния, происходящих изменений свойств и сказывается на адекватности принимаемых решений. Обеспечение актуальной электронной информацией о почвах становится возможным за счет обновления почвенной базы данных в течение установленного периода времени;

- полнота информации о состоянии почв на настоящий момент времени;

- оперативность или насколько быстро информация в режиме online может быть адаптирована к принятию эффективных и научно-обоснованных решений в краткие сроки, чему способствует периодическая актуализация данных;

- простота и удобство в использовании.

Наиболее востребованная для пользователя семантическая часть создаваемого ресурса ранжирована на блоки-библиотеки, которые включают поля с определенным набором характеристик и соответствующими числовыми или текстовыми данными к ним. На период текущих исследований в состав каталогов почвенного реестра входит 11 блоков, сопровождающих почвенный тип (подтип): пространственно-географическая характеристика; агроклиматические условия формирования; морфолого-генетические особенности типичного почвенного профиля; гранулометрический состав почвообразующей и подстилающей пород; характеристика торфяной залежи для органогенных почв; физические свойства; вещественный состав (минералогический, валовой химический); агрохимические свойства; групповой и фракционный состав гумуса; сведения об освоенности почвенного ареала (таблица); методы определения показателей свойств и состава почвенных образцов и стандарты (ГОСТы). В результате почвенный объект на территории того или иного землепользователя приобретает свой паспорт качества (плодородия), который, в свою очередь, включает фиксированный набор данных отдельных полей выше перечисленных блоков для отражения краткой наиболее важной информации о почве.

С помощью ГИС планируется объединить пространственные и атрибутивные почвенные данные путем создания связи: контур (полигон) цифровой карты соответствующего уровня землепользования – точка (место закладки типичного почвенного разреза) – аналитическая характеристика, группированная в блоки.

Таблица – Блок 10 Освоенность почвенного покрова

№ поля	Поле блока (каталога)	Описание, критерий	Тип данных
1	Land_use	Использование почвы (<i>пахотные земли, луговые естественные, луговые улучшенные, под постоянными культурами, древесно-кустарниковая растительность, нарушенные</i>)	текстовый
2	Melioration_Drainage	Осушительная мелиорация (<i>осушенные, неосушенные</i>)	текстовый
3	Cultivation_Degree	Степень окультуренности почвы	числовой
4	Fertility_Score_Initial soil quality	Бонитет почвы (балл исходный)	числовой
5	Fertility_Score_Actual soil quality	Балл плодородия почвы (балл фактический)	числовой
6	Anthropogenic_Influence	Вид антропогенного воздействия (<i>эрозия водная, дефляция, загрязнение, вторичное заболачивание, переуплотнение, вторичное засоление, отчуждение земель</i>)	текстовый

В целом на текущий момент структура Электронного почвенного реестра включает следующие разделы (рисунок): правовое обеспечение использования и охраны почв; почвенная карта; перечень типового и подтипового разнообразия почв; семантическая и геометрическая характеристики типов (подтипов) почв с представлением паспорта качества (плодородия) почвы; морфологические признаки почв; качественное состояние почв сельскохозяйственных земель.

Подобного рода справочно-аналитическая информация в режиме online в виде Электронного реестра почв необходима для учета разнообразия почв страны, проведения мониторинговых исследований, контроля использования и охраны почв, прогнозирования вероятности изменения их свойств, разработки экологически и экономически оправданных мероприятий по эффективному использованию агропочвенного потенциала на основе их фактического состояния. Его создание будет способствовать правовому и информационному обеспечению рационального использования почвенных ресурсов, совершенствованию законодательства в области охраны почв как самостоятельной составляющей окружающей среды, позволит войти в единое почвенно-информационное пространство на уровне республики и международном.

Рисунок – Структурная схема Электронного реестра почв Беларуси (предварительная)

Библиографический список

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 янв. 2019 г.). – Минск, 2019. – 57 с. – Режим доступа: <http://gki.gov.by>. – Дата доступа 18.01.2020.
2. Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В.В. Лапа, А.Ф. Черныша; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.
3. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика / Г.М. Мороз [и др.]; под ред. Г.М. Мороза и В.В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 208 с.
4. Осушенные торфяные и деградированные почвы в составе сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / В.В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В.В. Лапы; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 215 с.
5. Методика формирования почвенных баз данных Беларуси, их интерпретация и использование (для создания геоинформационной системы характеристики почвенного покрова) // Г.С. Цытрон [и др.] / РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2008. – 44 с.
6. Методические указания по созданию Почвенной информационной системы Беларуси // Г.С. Цытрон [и др.]. – Минск, Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 68 с.

7. Почвенно-информационные системы в агропочвоведении / В.В. Лапа [и др.] // Земледелие и защита растений. Приложение к журналу №2. – 2018. – С. 9-12.
8. Почвы Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.
9. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0 // Под ред. А.Л. Иванова, С.А. Шобы; отв. ред. В.С. Столбовой. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАН, Тула: «Гриф и К», 2014. – 768 с.
10. Примерный номенклатурный список почв / Г.С. Цытрон [и др.] // РУП «Институт почвоведения и агрохимии», РУП «Проектный институт Белгипрозем». – Минск. – 2013. – 64 с.

УДК 631.452; 631.459.01; 502.5; 504; 911.6

БИОЛОГИЗАЦИЯ И ЭКОЛОГИЗАЦИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

Яковлева Е.П.

ФГБНУ Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, г. Лобня, Московская обл.

E-mail: viktrofi@mail.ru

Резюме. В результате проведенного нами агроландшафтно-экологического районирования Восточно-Сибирского природно-экономического района установлено пространственное распределение биологических и экологических закономерностей в агроэкосистемах степной зоны республики Хакасия.

Ключевые слова: Хакасия, биологические и экологические закономерности, агроэкосистемы.

Summary. As a result of our agrolandshapt-ecological zoning of the East Siberian natural-economic region, the spatial distribution of biological and ecological patterns in the agroecosystems of the steppe zone of the Republic of Hakassia has been established.

Key words: Hakassia, biological and ecological patterns, agroecosystems.

Нерациональное использование сельскохозяйственных земель во многих регионах России привело к их критическому состоянию. Сохранение, регулирование и рациональное использование почвенных ресурсов агроэкосистем является важнейшей не только государственной, но и региональной проблемой.

В результате проведенного нами агроландшафтно-экологического районирования Восточно-Сибирского природно-экономического района с использованием картографических, литературных, статистических материалов установлены закономерности пространственного распределения биологических и экологических закономерностей агроэкосистем республики Хакасия. Приведен анализ состояния, необходимости биологизации и экологизации сельского хозяйства в степной зоне республики Хакасия.

Территория республики Хакасия (площадь 6156,9 тыс. га) очень неоднородна по комплексу природных условий. Западная часть занята горами Кузнецкого Алатау, восточная представлена равнинными пространствами межгорных котловин Минусинской и Чулымо-Енисейской, на юге расположены высокие хребты Западного Саяна. Климат резко континентальный. Средняя температура июля на равнинных территориях 17,7°C, января -24,0°C, осадков

выпадает 340 мм в год. В горах средняя температура июля 7-20°C, осадков выпадает от 400 до 1000 мм в год.

Равнинные территории Хакасии относятся к Степной зоне, которая в Восточной Сибири носит островной характер. Горная часть республики тяготеет к Лесостепной зоне. На территории Степной зоны (С) выделена 1 провинция – Минусинская (С₁), в составе которой 2 округа – Ширинско-Уйбатский (С₁I) и Абакано-Енисейский (С₁II). Горные территории вошли в 1 горную провинцию – Салаиро-Кузнецко-Саянскую (Г_{ЛС1}) и 2 округа – Кузнецко-Алатауский (Г_{ЛС1}I) и Западно-Саянский (Г_{ЛС1}II).

Степная зона. Минусинская провинция

С₁I. Ширинско-Уйбатский округ приурочен к Чулымо-Енисейской котловине. Здесь преобладают эрозионно-денудационные цокольные ландшафты. Рельеф преимущественно равнинный куэстово-грядовый, на западе холмистовалистый. Дренаж рек Чулым и Енисей, много озер. Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными и южными. Значительно реже встречаются каштановые и темно-каштановые почвы. Луговые, лугово-болотные, солончаковые и солонцеватые приурочены к поймам и надпойменным террасам рек, прибрежным участкам озер. Лесами занято 11 % территории округа. В основном это березовые, осиново-березовые, сосново-лиственничные леса и перелески.

Сельскохозяйственные угодья занимают 73,0 % площади округа: под пашней 33,3 %, под пастбищами 33,7 %, под сенокосами 5,0 %, под залежами 1,0 %.

Преобладают степные пастбища. Луговые, лесные, залежные пастбища занимают меньшие площади. Наиболее распространены мелкодерновиннозлаковые пастбищные травостои: типчаковые, тонконоговые, житняковые разной степени сбитости. Значительны площади деградированных твердоватосочковых и полыньковых группировок. В южной части округа распространены крупнодерновиннозлаковые пастбища – ковыльные и овсецовые. В первом случае доминирует ковыль волосатик, в меньшем обилии ковыль сибирский, типчак, тимофеевка степная, многовидовое разнотравье. Во втором случае овсец пустынный сопровождается мелкодерновинными злаками, осочкой стоповидной, полынями. На юге округа встречаются пастбища по каменистым степям. Эти угодья пригодны под выпас мелкого рогатого скота (мрс). Травостои их невысокие, сильно изреженные. В их основе типчак, тонконог, мятлик даурский; менее обильны ковыли, пыреи, житняк, осочки; из разнотравья – лапчатки, ирис желтеющий и др.. Продуктивность всех степных пастбищ низкая – преобладающие значения от 1,5 до 4 ц/га, реже 4-5 ц/га сухой массы.

Основные сенокосные угодья в округе приурочены к долинным и низинным местоположениям. Это самые урожайные, с травостоями хорошего качества кормовые угодья. Наиболее распространены злаковые полидоминантные, злаково-разнотравные, полевицево-злаково-разнотравные с полевицей гигантской, пырейно-злаково-разнотравные травостои. Втрое меньшие площади занимают засоленные луговые сенокосы с ячменево-лисохвостными, бескильни-

цевыми, злаковыми, злаково-осоковыми солончаковыми травостоями. Средняя урожайность сена всех сенокосов 9-13 ц/га, но такие показатели характерны для благоприятных по погодным условиям лет. В сухие годы урожайность снижается до 4-6 ц/га сена. Сильно снижает урожайность и ухудшает видовой состав травостоев бессистемный выпас скота ранней весной как на пойменных, так и на низинных сенокосах.

Экологическое состояние пастбищ и сенокосов округа оценивается как напряженно-кризисное, пашни – от напряженного на юге до кризисного на севере, лесов – кризисное [1].

С₁II. Абакано-Енисейский округ расположен в Минусинской котловине, для которой характерны равнинные древнеаллювиальные ландшафты и ландшафты возвышенных предгорий. Рельеф куэстово-грядовый с широкими межгрядовыми понижениями, в центральной части холмисто-увалистый. Гидрографическая сеть в округе развита слабо. Это р. Абакан с несколькими притоками, впадающая в Енисей, по которому проходит восточная граница округа. Почвенный покров состоит из черноземов обыкновенных и южных. На террасах долины Абакана темно-каштановые почвы. Встречаются солонцы, реже солончаки луговые. Для пойм Абакана и Енисея характерны пойменные слоистые темно-бурые, лугово-болотные почвы. Лесной растительностью занято 11 % площади округа, в основном это сосновые, сосново-березовые и березовые перелески.

Более трех четвертей площади округа занимают сельскохозяйственные угодья, в том числе пашни – 33,3 %, пастбища – 36,9 %, сенокосы – 3,3 %, залежи – 1,7 %.

Среди пастбищных травостоев наибольшие площади занимают мелкодерновиннозлаковые разной степени сбитости. Значительные площади, главным образом на солонцеватых почвах, заняты овсецовыми травостоями и их производными. При интенсивном выпасе этих степей возрастает обилие осочки стоповидной и ириса двучешуйного, иногда последний разрастается, образуя сплошные заросли. Особенно быстрое зарастание ирисом происходит при перетравливании пастбищ на пониженных элементах рельефа. Такие участки можно отнести только к зимним пастбищам, поскольку летом ирис двучешуйный практически не поедается скотом. В западной части округа встречаются каменистые степи, травостои которых при умеренном выпасе пригодны для мрс, особенно ранней весной. Также они могут использоваться в качестве зимних пастбищ, поскольку располагаются по вершинам и южным склонам холмов, где снега всегда мало. Имеющиеся в округе залежи используются в основном как пастбища для крупного рогатого скота. Среди залежных травостоев наиболее распространены пырейные, полынные, вострецовые, часто с большой долей бурьянистого разнотравья. На юге округа встречаются незначительные площади самых низкопродуктивных песчаных пастбищ.

Основные площади природных сенокосов расположены в пойме Абакана. Здесь наиболее распространены злаковые полидоминантные, кострецовые и пырейные луга с урожайностью около 12 ц/га сена. Выкашиваются также до-

линные и низинные солончаковые луга с ячменевыми, бескильницевыми, лисохвостными травостоями производительностью 6-11 ц/га, а по отдельным типам 4-9 ц/га сена. Низкая урожайность связана с практикой весеннего выпаса скота на сенокосах.

Экологическое состояние земельных угодий в округе – пашни, ПКУ, лесов – оценивается как напряженное [1].

Приоритет в биологизации и экологизации сельского хозяйства связан с многолетними травами и травяными экосистемами, которые являются основными почвообразователями и обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию засух, эрозии, дефляции.

Основным источником пополнения запасов гумуса и азота в почвах являются многолетние травы. В рациональной структуре посевных площадей должно быть максимальное количество многолетних трав и бобовых культур (не менее 20-25 %) [2].

В Хакасии кормовые травы и прочие кормовые культуры в структуре посевных площадей занимают 61 % [3], причем преобладают посевы многолетних трав, используемые на сено, зеленый корм, силос, сенаж. Однако этого явно недостаточно, т. к. потери гумуса не снижаются.

Внесение удобрений на пашни республики критически низкое. составило 0,3 т органических и 4,0 кг минеральных удобрений на 1 га пашни. Исследования показали, что воспроизводство органического вещества в республике и предотвращение дегумификации возможно при условиях наличия в севообороте 40 % многолетних трав, мелкой обработке почвы и совместном внесении навоза с минеральными удобрениями [4, 5].

Библиографический список

1. Эколого-географическая карта Российской Федерации. М 1:4000000. Географический ф-т МГУ, 1996. Роскартография, 1996.
2. Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. Экологические проблемы черноземов в агроландшафтных исследованиях / Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны, VII съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, материалы докладов, ч. I, Белгород, 15-22 августа 2016.
3. Сельское хозяйство Хакасии [электронный ресурс]: Экспертно-аналитический центр агробизнеса. WWW. ab-centre.ru, дата обращения 01.12.2019.
4. Карбутов А.П., Уваров Г.И. Гумусное состояние чернозема типичного в зависимости от интенсивности использования (Почвоведение – продовольственной и экономической безопасности страны, VII съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, материалы докладов, ч. I, Белгород, 15-22 августа 2016.
5. Градобоева Н.А., Елизарьев В.В., Игнатенко Л.П., Сиренева Н.В. Состояние почвенного плодородия пахотных почв Республики Хакасия // Плодородие. – 2011. – №2(59).

СОДЕРЖАНИЕ

Авилов А.С. Круговорот и баланс органического азота в агрофитоценозе злаковых культур (исследование $C^{15}N$).....	5
Азарёнок Т.Н., Шульгина С.В., Матыченкова О.В. Региональные особенности агроэкологического состояния уникальных почв Белорусского Полесья	9
Азаров В.Б., Клостер Н.И. Возделывание кукурузы по биологической технологии в Белгородской области.....	18
Андреева Н.В., Белова Н.В., Новикова Н.В. Комплексное удобрение супродит и его влияние на подвижность ^{137}Cs на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.....	22
Анисимов В.С., Санжаров А.И., Анисимова Л.Н., Фригидов Р.А. Катионный состав и кислотность почвенных растворов чернозема типичного в условиях загрязнения цинком	24
Артюхова О.А., Гладышева О.В., Свирина В.А., Политыко П.М. Влияние элементов агротехнологий на урожайность и показатели качества зерна новых сортов ярового ячменя в условиях Юга Центрального Нечерноземья	28
Архипов А.С. Применение гидротехнических комплексов борьбы с водной эрозией почв в Курской области.....	32
Афонченко Н.В. Оценка агрофизических показателей почвы в агроландшафте	35
Безуглова О.С., Горовцов А.В., Джасим Г.М.Д. Влияние гуминовых препаратов различной природы на аминокавтотрофные микроорганизмы.....	40
Беленков А.И. Проблема воспроизводства почвенного плодородия в полевом опыте ЦТЗ и ПКТ и его решения	42
Белоусов И.Е. Обеспеченность рисовых почв подвижным калием в зависимости от предшественника риса.....	46
Бочко Т.Ф. Трансформация лугово-болотных почв при выращивании риса.....	50
Брескина Г.М. Урожайность основных сельскохозяйственных культур при переходе к биологизации	53
Беспалов В.А., Чевердин Ю.И., Титова Т.В. Процесс насыщения обменными основаниями почвы под влиянием прибалочной лесной полосы	56
Боева Н.Н., Лазарев В.И. Структурно-агрегатное состояние чернозема типичного в зависимости от систем основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы... ..	59
Буланова Ж.А., Котельникова М.Н. Особенности технологии возделывания озимой пшеницы в осенний период вегетации	63
Буланова Ж.А., Котельникова М.Н. Применение гуминовых препаратов при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Курской области.....	68
Вавин В.Г. Возможности совершенствования севооборотов в лесостепной и степной зонах ЦЧЗ	73
Волошин А.Ю., Девяткин А.М. Биологические препараты в борьбе с вредителями семенной люцерны	76
Востриков В.Т., Беспалов В.А. Температурный режим почв в Каменной Степи	78
Вытовтов В.А. Характеристики искусственного дождя при разной температуре	82
Гармашов В.М., Говоров В.Н. Влияние различных обработок почвы на структурно-агрегатное состояние чернозема обыкновенного при возделывании кукурузы на зерно	85
Гармашов В.М., Корнилов И.М., Нужная Н.А. Минимализация обработки почвы при выращивании ячменя в ландшафтных условиях Юго-Востока ЦЧР.....	90
Гармашов В.М., Крячкова М.П. Агрофизические свойства почвы при различных способах обработки почвы под озимую пшеницу	94
Гармашова Л.В., Гармашов В.М. Изменение численности нитрифицирующих микроорганизмов в черноземе обыкновенном в результате антропогенеза	98
Гешель И.В., Сидорова Е.В., Андреева Н.В., Крыленкин Д.В. Влияние азотных удобрений на поступление ^{90}Sr в продукцию растениеводства	101

Гладышева О.В., Свирина В.А., Артюхова О.А. Влияние систем основной обработки оподзоленного чернозема и удобрений на агрохимические свойства почвы	103
Глазунов Г.П. Пространственная изменчивость параметров плодородия почв в агроландшафте	107
Гололобова А.Г. Содержание тяжелых металлов в почве при техногенном воздействии.	110
Громовик А.И., Горбунова Н.С., Черепухина И.В., Хатунцева Ю.Ю. Генетические особенности строения гумусового профиля лугово-черноземных почв Центрального Черноземья.....	114
Двойных В.В. Оценка биологической активности черноземных почв.....	118
Демиденко Г.А. Эродированность земель в Лесостепной Зоне Южно-Минусинского природного округа Красноярского Края	120
Дериглазова Г.М. Значение пшеницы в мировом земледелии.....	122
Долгополова Н.В. Оптимизация структуры севооборота и создание устойчивого растительного покрова на пашне.....	125
Дудкина Т.А. Введение в севооборот сидеральных культур и плодородие почвы.....	132
Зарудная Т.Я. Воздействие мульчирования соломой на почву в молодых лесных полосах.....	136
Зотиков А.Ю., Якубовская А.И. Влияние микробных комплексов на степень развития корневой системы вегетирующих саженцев винограда.....	138
Каличкин В.К. Проектирование и реализация агротехнологий в условиях неопределенности	141
Каримбердиева А.А., Ташкузиев М.М., Бердиев Т.Т., Карабеков О.Г. Использование хлопчатника питательных элементов при биологизации земледелия применением новых форм органических и микробиологически активированных фосфорно-гуминовых удобрений на луговой почве	145
Каторгин Д.И. Особенности конструкции полной факториальной схемы опыта 3х3х3х3 для изучения влияния в длительном полевом опыте севооборотов, обработки почвы, минеральных и органических удобрений на плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур	151
Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Лигнин как фактор биологизации земледелия.....	155
Корецкая И.И., Свистова И.Д. Биотестирование почвы для оценки санитарно-защитных зон вдоль автомагистралей	160
Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Повышение продуктивности, качества и устойчивости сельскохозяйственных культур.....	162
Косолапова Н.И., Калянова А.С., Екимченко М.А., Мирошниченко О.В. Количественное определение гуминовых кислот в гидрозоле активированного торфа	166
Косьянова Т.Р., Рязанова Л.Г., Леонов Н.Н. Поражаемость сортов яблони микопатогенами в условиях влажных субтропиков Краснодарского Края	169
Котова Е.В., Щеглов Д.И. Влияние гранулометрического состава на распределение лабильных форм гумуса в профиле.....	173
Кречетников В.В., Кречетникова Е.О., Титов И.Е., Курбаков Д.Н. Создание базы данных результатов оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения пяти радиоактивно загрязненных районов Брянской области	178
Кречетникова Е.О., Кречетников В. В., Титов И. Е., Кузнецов В.К. Оценка радиоэкологического состояния сельскохозяйственных территорий СПК им. К. Маркса для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия	181
Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К. Биологизация защитно-стимулирующих мер в льноводстве и коноплеводстве	184
Кузина Е.В. Влияние обработки почвы на накопление и расход продуктивной влаги в лесостепи Среднего Поволжья	187
Кузнецов А.В. Влияние степени смытости на содержание микробной биомассы в черноземе типичном.....	190

Кузнецов В.К., Спиридонов С.И., Иванов В.В., Санжаров А.И. Исследование миграции ^{137}Cs в почвенном профиле черноземных почв	193
Кумейко Т.Б., Туманьян Н.Г. Изучение степени повреждения зерна риса в виде темных пятен сортов, допущенных к использованию в 1996-2008 и 2010-2016 гг.	196
Кумейко Т.Б., Туманьян Н.Г. Содержание амилозы в зерне риса сортов Украинской селекции	198
Курбаков Д.Н., Панов А.В., Кречетников В.В. Автоматизация выбора оптимальных технологий ведения земледелия на территориях, загрязненных тяжелыми металлами	201
Кучухидзе К.Э., Смоляная Н.М. Элементы технологии при получении семян гибридов огурца	205
Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Башкатов А.Я., Русакова А.А. Применение микробиологических препаратов для ускорения деструкции соломы и влияние их на урожайность сахарной свеклы в условиях Курской области	208
Лапа В.В., Матыченков Д.В. Модели прогнозирования пригодности почвенного покрова для различных целей сельскохозяйственного использования	214
Лисецкий Ф.Н., Зеленская Е.Я., Полетаев А.О. Особенности агрофизического состояния постагрогенных почв Керченского полуострова	216
Логвинов И.В. Возделывание озимой пшеницы по разным предшественникам в условиях Юго-Запада ЦЧЗ.....	221
Масютенко М.Н. Влияние зернотравяного севооборота на качество чернозема типичного	226
Масютенко Н.П. Здоровье и органическое вещество почвы.....	230
Матюк Н.С., Полин В.Д., Щигрова Л.И., Биналиев И.Ф. Возобновляемые источники органического вещества и плодородие дерново-подзолистой почвы	236
Маховицкая А.Е. Влияние удаленности автомагистрали на интенсивность разложения целлюлозы в почве.....	240
Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в ЦЧР.....	243
Митрохина О.А. Оценка содержания основных микроэлементов в почвах ЦЧР в зависимости от их типовой принадлежности.....	246
Навольнева Е.В., Соловиченко В.Д., Логвинов И.В. Содержание подвижного калия в чернозёме типичном	250
Неведров Н.П. Применение показателя электропроводности в целях оценки экологических функций загрязненных свинцом почв.....	254
Нежинская Е.Н. Элементы почвозащитных мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур на эрозионно-опасных склонах	256
Никитина Л.В. Калийный режим дерново-подзолистой почвы и продуктивность зернового севооборота в условиях последствия удобрений.....	260
Никитина О.В., Ковалева Е.В. Территориальные закономерности уровня загрязнения агропедоценозов пригородной зоны г. Курска	266
Никитина О.В., Стифеев А.И. Проблема образования техногенных ландшафтов на территории железорудных месторождений КМА и технологии их окультуривания	268
Николаев В.А., Щигрова Л.И. Содержание и распределение основных элементов питания под ячменем в зависимости от приемов обработки почвы.....	270
Однораленко А.Ю., Проценко Е.П. Биотестирование почвенного покрова АО «Надежда» и прилегающих территорий с использованием проростков <i>Raphanus Sativus L.</i>	273
Окорков В.В. Фосфогипс и его использование в земледелии	277
Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А., Игнатьева Г.В. Отзывчивость нового перспективного сорта яровой мягкой пшеницы Ладья на удобрения	282
Окорков В.В., Щукин Н.Н. Влияние куриного помета на изменение плодородия дерново-подзолистой почвы	286

Осипов А.В., Попова Ю.С., Суминский И.И. Влияние агротехнологий на показатели плодородия чернозема выщелоченного Западного Предкавказья	291
Папулова Э.Ю., Ольховая К.К., Ольховая Ю.В. Амилографические характеристики сортов риса селекции 1930-2015 гг.	295
Парашенко В.Н., Чижигов В.Н. Изменение содержания гумуса в почве севооборота без многолетних трав при возделывании риса	298
Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. Приемы снижения техногенного загрязнения в агроландшафтах	300
Подлесных И.В., Зарудная Т.Я. Влияние конструкции лесной полосы на распределение снега при её проектировании в условиях ЦЧР	305
Пойменов А.С. Влияние удобрений урожайность озимой пшеницы в зернопропашном севообороте	308
Попова М.В. Влияние органических удобрений на содержание органического вещества почвы	311
Приходько А.А., Миняйлова В.С., Мохова Л.М., Смоляная Н.М. Влияние септориозной пятнистости листьев на качество зерна озимой пшеницы в условиях Краснодарского Края	315
Прущик А.В. Влияние лесной полосы на плотность почвы	319
Прущик И.А. Плотность почвы под бессменными посевами	321
Русу А.П. Эффективность прямого использования соломы в качестве удобрения на черноземной почве	324
Салимгареева О.А., Ковалева Н.О. О карбонатном профиле черноземных почв Курской области при контурно-мелиоративном земледелии	329
Санжаров А.И., Вытовтов В.А., Прущик А.В. Вынос цинка на дерново-подзолистых почвах	334
Санжарова С.И. Анализ многолетних статистических данных по валовым сборам и урожайности основных зерновых культур	337
Сараева А.Е., Федотова О.В., Фадейкина И.Н. Исследование препарата гуминовых веществ методами окситерморграфии и ИК-спектроскопии	342
Сауткина М.Ю., Чевердин Ю.И. Особенности структуры микробного сообщества агрегатов миграционно-мицелярного чернозема лесного ценоза Каменной Степи	345
Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А., Дудова Е.В. Ресурсосбережение при возделывании озимой пшеницы	349
Спиридонов С.И., Иванов В.В., Титов И.Е. Оценка уровней радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель, обеспечивающих заданные риски загрязнения продукции кормопроизводства	352
Стахурлова Л.Д., Ивашкина М.А., Бахтин А.М. Фитотоксичность почв в условиях различных биоценозов	355
Сухановский Ю.П. Почвенные процессы и дождевальные установки	358
Тарасов С.А. Средообразующая роль и противоэрозионная эффективность культур в севооборотах на склоновых землях	361
Ташкузиев М.М., Бердиев Т.Т., Очилов С.К. Агротехнология повышения плодородия почв Пустынной Зоны Юга Узбекистана и урожайности культур хлопкового комплекса	365
Ташкузиев М.М., Бердиев Т.Т., Шадиева Н.И., Очилов С.К., Карабеков О.Г. Показатели плодородия почвы и урожайности культур хлопкового севооборота при ведении органического земледелия	370
Титов А.Г., Корнеев Ю.Н. Изучение выноса Cu на чернозёме типичном	374
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В. Сохранение, регулирование и рациональное использование почвенных ресурсов агроэкосистем	377

Ташкузиев М.М., Каримбердиева А.А., Бердиев Т.Т., Очилов С.К. Влияние органических и микробиологически активированных фосфорно-гуминовых органоминеральных удобрений на развитие и продуктивность культур хлопкового севооборота при биологизации земледелия	381
Трофимова Л.С. Биологизация и экологизация сельского хозяйства как фактор воспроизводства почвенного плодородия и оздоровления почв.....	385
Туманьян Н.Г. Взаимосвязь признаков качества зерна риса.....	388
Туманьян Н.Г. Характеристика сортов риса Российской селекции по выходу крупы	391
Турусов В.И., Богатых О.А. Влияние растительной массы различных культур севооборота на почвенное плодородие.....	394
Турусов В.И., Дронова Н.В., Балюнова Е.А. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы	397
Тютюнов С.И., Солнцев П.И. Влияние комплексного применения удобрений и средств защиты растений на урожайность ярового ячменя.....	399
Хатунцева Ю.Ю., Безлер Н.В. Черепухина И.В. Динамика численности микробного сообщества чернозема выщелоченного в зависимости от возделываемых сельскохозяйственных культур	403
Цапко В.А., Белый А.И., Замотайлов А.С. Фитопатогены огурца в защищенном грунте и меры борьбы с ними	408
Цыгуткин А.С. Двухфакторная полная факториальная схема опыта 4х2	412
Чевердин Ю.И. Солевой состав черноземов в зоне влияния лесной полосы	416
Чевердин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В. Особенности состава водной вытяжки лугово-черноземных почв различного характера использования.....	418
Черепухина И.В., Хатунцева Ю.Ю. Распределение групп микроорганизмов в почвах различных биоценозов.....	420
Чижигов В.Н., Белоусов И.Е. Эффективность некорневых подкормок риса кремнийсодержащим удобрением в зависимости от реакции сорта на уровень азотного питания.....	423
Чижикова С.С., Ольховая К.К. Биологическая ценность рисопродуктов из различных сортов риса в связи с содержанием белка.....	428
Чижикова С.С., Ольховая К.К. Технологические признаки качества зерна сортов риса Украинской селекции	430
Чуян Н.А. Опыт применения биопрепаратов в сельскохозяйственном производстве: эффективность и проблемы	432
Шульгина С.В., Азаренок Т.Н., Матыченков Д.В. Принципы формирования информационного ресурса по почвам Беларуси	436
Яковлева Е.П. Биологизация и экологизация агроэкосистем Степной Зоны Республики Хакасия	441

Научное издание

Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия.

Сборник докладов международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2020. – 449 с.

Компьютерная верстка: **Г.П. Глазунов**

Сдано в набор 03.06.20 г. Подписано в печать 19.06.20 г.

Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 28. Тираж 500 экз. Заказ № 211.

Отпечатано: «Деловая полиграфия»

ИП Бескровный Александр Васильевич

г. Курск, ул. К.Маркса, 61 Б.

E-mail: zakaz-zachetka@mail.ru