УДК 631.582.631.452

ФАКТОРЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В ОРОШАЕМЫХ СЕВООБОРОТАХ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СООТНОШЕНИИ В СТРУКТУРЕ ПОСЕВОВ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

THE FACTORS OF STABILIZATION OF SOIL FERTILITY IN IRRIGATED CROP ROTATIONS WITH DIFFERENT RATIO IN THE STRUCTURE OF FORAGE CROPS

Н.П. Мелихова, кандидат сельскохозяйственных наук,
А.А. Зибаров, кандидат сельскохозяйственных наук,
Д.С. Тегесов, кандидат сельскохозяйственных наук,
Л.В. Вронская

N.P. Melihova, candidate of agricultural sciences,
A.A. Zibarov, candidate of agricultural sciences,
D.S. Tegesov, candidate of agricultural sciences,
L.V. Vronskaya

*Всероссийский научно-исследовательский институт
орошаемого земледелия*

All-Russia Research Institute of Irrigated Agriculture

Обобщены результаты многолетней научной работы по изучению влияния севооборотов с различным соотношением кормовых культур при сплошном и ширококочерном способах посева на производительную способность орошаемой пашни на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. По результатам исследований рекомендованы культуры, способствующие стабилизации почвенного плодородия, показана значимость многолетних бобовых культур (люцерны) в сохранении и повышении плодородия почвы за счет накопления свежего органического вещества из корневых и пожнивных остатков; экспериментально определено, что наибольшее значение как по влиянию на плодородие почвы, так и на продуктивность последующих культур и в целом на продуктивность орошаемой пашни имеет двух-трехлетняя люцерна. Определено количество пожнивно-корневых остатков после уборки культур сплошного посева (суданской травы, озимой пшеницы + пожнивно вико-овсяной смеси) и пропашных культур (кукурузы на силос и зерно, сои). Показано, что сохраняют плодородие почвы культуры сплошного посева в отличие от пропашных культур, в почве под которыми баланс гумуса отрицательный, что влечет за собой необходимость пополнения органического вещества за счет внесения навоза, посева сидеральных культур и других источников. Обоснована значимость чередования культур в сравнении с бессменным возделыванием в зависимости от поступления в почву свежего органического вещества; установлена роль и значимость агрофизических свойств почвы как одного из важнейших факторов плодородия почвы.

Results of long-term scientific work on studying of influence of crop rotations with various ratio of fodder cultures at continuous and wide-row ways of sowing on productive capacity of the irrigated arable land on light chestnut soils of the Lower Volga region are generalized. According to the research results, the cultures contributing to the stabilization of soil fertility are recommended, the importance of perennial legumes (alfalfa) in the preservation and improvement of soil fertility due to the accumulation of fresh organic matter from root and crop residues is shown; it is experimentally determined that the greatest value both on influence on fertility of the soil, and on productivity of the subsequent cultures and as a whole on productivity of the irrigated arable land has two-three summer alfalfa. The number of crop-root residues after harvesting of crops of the continuous method of sowing (Sudanese grass, winter wheat + crop Vico-oat mixture) and row crops (corn for silage and grain, soybean) is determined and it is shown that the soil of the culture of the continuous method of sowing is preserved in contrast to row crops, where the balance of humus is negative, which entails the need to replenish organic matter due to the introduction of manure, sowing of sideral crops and other sources. The importance of alternation of cultures in comparison with permanent cultivation depending on receipt in the soil of fresh organic matter is proved; the role and the importance of agrophysical properties of the soil as one of the major factors of fertility of the soil is established.

Ключевые слова: плодородие почвы, орошаемые севообороты, соотношение кормовых культур

Keywords: soil fertility, irrigated crop rotation, feed crop ratio

Введение. Проблема повышения продуктивности пашни в целом, и орошаемой в частности, остается актуальной на данном этапе развития сельскохозяйственного производства.

Интенсификация орошаемого земледелия способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур, рациональному использованию пахотных земель, увеличению объемов валовой продукции и продуктивности сельскохозяйственной пашни [6, 7, 8].

Важнейшим фактором увеличения производительности орошаемых агроландшафтов является рациональная структура посевных площадей. При оптимальной структуре посевных площадей чередование культур в севообороте должно способствовать не только наиболее высокому выходу продукции, но и восстановлению почвенного плодородия [1, 2, 3, 9].

В связи с этим для каждой природной зоны необходимо подбирать адаптированные культуры с высоким потенциалом продуктивности. При этом важно учитывать, что максимальную продуктивность адаптированные культуры проявляют в системе специализированных севооборотов при применении современных агротехнологий [3, 5, 7, 8]. Роль севооборотов сводится к необходимости обеспечения условий для реализации биологически определенного уровня продуктивности культивируемых растений, адекватного воздействия агроценозов на плодородие почвы, сохранения ее структуры и продуктивного долголетия орошаемых агроландшафтов [4, 8, 10].

С целью определения влияния севооборотов на продуктивность пашни были проведены исследования по изучению динамики плодородия почвы в зависимости от различной структуры орошаемых севооборотов (с разным соотношением в структуре посевов многолетних бобовых трав (люцерны) и пропашных культур (кукурузы на зерно и силос, сои).

Материалы и методы. Исследования проводили в полевом стационарном опыте Всероссийского НИИ орошаемого земледелия на тяжелосуглинистых светло-каштановых почвах с низким содержанием гумуса (до 2,5%) и минерального азота, со средней обеспеченностью подвижными формами фосфора (15-30 мг/100 г почвы) и с повышенным содержанием обменного калия (300-400 мг/100 г почвы).

Изучаемые в опыте севообороты имели следующее чередование культур:

Севооборот №1: 1 – овес с подсевом люцерны; 2, 3, 4 – люцерна; 5 – кукуруза на силос; 6 – озимая рожь на зеленый корм + поукосно вико-овсяная смесь; 7 – овсяно-гороховая смесь + поукосно кукуруза на зеленый корм.

В структуре севооборота доля кормовых культур – 100%, соотношение многолетних кормовых трав (люцерны) к пропашным культурам (кукурузе) – 57,2%:14,3%.

Севооборот №2: 1 – овес с подсевом люцерны; 2, 3 – люцерна; 4 – кукуруза на зерно; 5 – кукуруза на силос; 6 – соя; 7 – кукуруза на зерно.

Кормовые культуры занимали 71,4% севооборотной площади, соотношение

люцерны и пропашных культур (кукурузы, сои) – 42,8%:57,2%.

Севооборот №3: 1 – овес с подсевом люцерны; 2, 3 – люцерна; 4 – кукуруза на силос; 5 – озимая пшеница + пожнивное вико-овсяная смесь; 6 – кукуруза на силос; 7 – кукуруза на зерно.

Кормовые культуры составляли 85,6% севооборотной площади, соотношение люцерны и пропашных культур – 42,8%:42,8%.

Севооборот №4: 1 – овес с подсевом люцерны; 2, 3 – люцерна; 4 – кукуруза на силос; 5 – кукуруза на силос; 6 – суданская трава; 7 – кукуруза на силос.

В данном кормовом севообороте многолетние травы (люцерна) в структуре посевов занимали 42,8%, пропашные культуры (кукуруза) – 42,8%.

Методика проведения опыта общепринятая для чередующихся культур: обработка почвы была дифференцирована в соответствии с технологией выращивания каждой культуры, нижний порог влажности для кормовых культур был принят на уровне 75-80% НВ, расчет удобрений был ориентирован на запланированный уровень урожайности.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что сельскохозяйственные культуры в орошаемом севообороте в зависимости от продолжительности вегетационного периода и технологии возделывания по-разному влияют на почвенное плодородие. Сохраняют и даже улучшают структуру почвы многолетние травы и культуры сплошного посева с мочковатой корневой системой. Структура почвы под пропашными культурами по причине проведения многократ-

Таблица 1 – Содержание в почве водопрочных агрегатов (частиц более 0,25 мм) за ротацию, %

Слой почвы, м	№ севооборота			Культура бессменного выращивания	
	1	2	3	люцерна	кукуруза
0-0,25	67,5	50,8	57,1	66,5	62,9
0-0,50	62,8	58,2	59,1	62,9	-

Таблица 2 – Содержание органической массы в слое 0-0,5 м под культурами в зависимости от предшественников, т/га воздушно-сухого вещества

Культура	Предшественник (для люцерны год жизни)	Пожнивно-корневые остатки
Люцерна	первый	4,24
	второй	6,98
	третий	9,08
	четвертый	9,74
Кукуруза	люцерна третьего года жизни	8,51
	озимая пшеница + пожнивны культуры	8,06
	кукуруза на зерно	7,45
	кукуруза на силос	7,58
Люцерна бессменно	7 лет	5,80
Кукуруза бессменно	7 лет	4,53

ных обработок, как правило, ухудшалась. Так, за 4 года непрерывного выращивания пропашных культур после люцерны (севооборот №2) количество водопрочных агрегатов в слое почвы 0-25 см сократилось на 32,6%, в слое 25-50 см – на 4,3%. В севообороте №3 соответственно на 25,4% и 11,1%. Лучшие показатели водопрочности структуры были в севообороте №1 с соотношением люцерны и кукурузы 4:1 и высоким использованием пашни за счет промежуточных культур (таблица 1).

Сохранение и повышение плодородия почвы во многом зависят от поступления органического вещества. Одним из важнейших его источников являлись растительные остатки. Проведенные исследования показали, что наибольшее количество растительных остатков остается после люцерны третьего и четвертого годов жизни (таблица 2).

При бессменном севообороте выращивании люцерны и кукурузы снижалось поступление органики в почву, накапливались фитотоксичные соединения, в большей степени размножались вредители, возрастала засоренность и ухудшалась структура почвы.

Растительные остатки, поступающие в почву в течение ротации севооборота, оказывали значительное влияние на накопление гумуса. Так, за семилетнюю ротацию в севооборотах №1 и №3 при соотношении люцерны и кукурузы соответственно 4:1 и 3:3 формировался положительный баланс, в севообороте №2 (соотношение люцерны и кукурузы 3:4) отмечался дефицит гумуса, в севообороте №4 при соотношении указан-

ных культур 3:3 баланс приближался к бездефицитному.

Характерный показатель плодородия почвы – ее рыхлость, то есть плотность сложения или объемная масса. Этот показатель – величина динамичная и изменяется в зависимости от применяемых технологий и культур. Исследования показали, что в результате проведения вспашки рыхлость почвы снижается на 0,11-0,12 т/м³, под влиянием вегетационных поливов она повышается на 0,05-0,07 т/м³ и к концу вегетации культур достигает исходной величины или изменяется в пределах $\pm 0,01-0,02$ т/м³. При трех-четырёхлетнем возделывании люцерны плотность пахотного слоя почвы возрастала до 1,34-1,47 т/м³, но после ее распашки этот слой разрыхлялся лучше,

чем после других культур, что свидетельствует о хороших структурообразующих свойствах люцерны.

При выращивании в течение трех лет на одном месте кукурузы объемная масса почвы к концу вегетационного периода в пахотном слое достигала 1,36 т/м³, в подпахотном – 1,47 т/м³. При размещении этой культуры после люцерны объемная масса почвы в слое 0-0,25 м составляла 1,28 т/м³, в слое 0,25-0,50 м – 1,39 т/м³. При размещении кукурузы после озимой пшеницы с пожнивными посевами рыхлость почвы в слое 0-0,25 м была 1,35 т/м³, в слое 0,25-0,50 м – 1,44 т/м³. К концу ротации севооборотов плотность почвы находилась почти на исходном уровне, ее увеличение отмечалось только в монокультурах.

Заключение. Многолетние травы и культуры сплошного посева с мочковатой корневой системой сохраняют и даже улучшают плодородие почвы. Сочетание многолетних трав и пропашных культур в соотношении 4:1 и 3:3 с культурой сплошного посева (озимой пшеницей + пожнивны культуры) способствует повышению плодородия почвы и общей продуктивности севооборота (до 12,70-13,55 т/га корм. ед.) Насыщение кормовых севооборотов до 57,2% пропашными культурами и без включения в них культур сплошного посева приводит к дефициту гумуса (до 0,15 т/га), который может быть восполнен внесением навоза или заправкой сидератов. В севообороте с 42,8% пропашных и одним полем культур сплошного посева дефицит гумуса незначительный (0,01 т/га), однако это не исключает внесение органических удобрений и заправку сидератов для поддержания достигнутого уровня плодородия.

Полученный материал за период научного опыта и данные более ранних экспериментов доказывают, что сохранение и повышение плодородия во многом зависят от поступления в почву органического вещества – пожнивно-корневых остатков. Наибольшее их количество обеспечивает люцерна трех-четырёх лет жизни. Кроме этого, данная культура улучшает структуру почвы и способствует повышению содержания водопрочных агрегатов.

Таблица 3 – Баланс гумуса за ротацию севооборотов, т/га

№ севооборота	Соотношение люцерны и кукурузы	Поступило в почву растительных остатков	Образовалось гумуса из растительных остатков	Минерализовалось гумуса за ротацию	Баланс гумуса	Количество органических удобрений, необходимое для бездефицитного баланса
1	4:1	55,6	8,20	7,28	0,92	-
2	3:4	52,3	7,83	7,95	-0,15	1,6
3	3:3	53,5	8,50	7,35	1,15	-
4	3:3	52,3	7,83	7,84	-0,01	0,5
Кукуруза бессменно		43,6	7,41	7,49	-0,08	0,5-1,0

Библиографический список

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий – методическое руководство / под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова. М. Росинформагротех, 2005. – 784с.
2. Акименко, А.С. Структура посевных площадей и севообороты / А.С. Акименко // Модели управления продуктивностью агроландшафта. Курск, 2000. – С. 132-143.
3. Гаврилов, А.М. Мелиоративная роль кормовых культур при орошении / А.М. Гаврилов // Эффективность оросительных мелиораций на Юге России: сб. научных трудов. – Волгоград. – 2004. – С. 40-44.
4. Дудкин, В.М. Севообороты в современной земледелии России / В.М. Дудкин // Курск: КГСХА, 1997. – 156 с.
5. Дронова, Т.Н. К вопросу создания высокопродуктивных смесей из многолетних орошаемых трав / Т.Н. Дронова и др. // Эффективность оросительных мелиораций на Юге России: сб. научных трудов. – Волгоград. – 2004. – С. 59-66.
6. Кружилин, И.П. Орошение как базовый фактор повышения устойчивости земледелия в засушливых регионах России / И.П. Кружилин // Орошение земель в обеспечение продовольственной безопасности России. – Волгоград, 2008. – С. 17-26.
7. Мелихов, В.В. Экологическая устойчивость орошаемых агроландшафтов Волго-Донского междуречья / В.В. Мелихов и др. // Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области 2016. – Волгоград, 2017. – С.179-183.
8. Мелихова, Н.П. Место и продуктивность однолетних кормовых культур в специализированных орошаемых севооборотах / Н.П. Мелихова, Е.В. Зинченко, К.М. Мелихов // Кормопроизводство. – № 12. – 2010. – С. 28-31.
9. Bennett Amanda J., Bending Gary D., Chandler David, Hilton Sally, Miles Peter. Meeting the demand for crop production: The challenge of yield decline in crops grown in short rotations. Biol. Rev. 2012. 87, №1, 52-57.
10. KalebHartmut. Fruchtfolge mit Konzept. Fortschr. Landwirt. 2009, №12, 36-38.

Дополнительные сведения об авторах:

Надежда Павловна Мелихова, старший научный сотрудник отдела орошаемого земледелия и агроэкологии, vnioz@yandex.ru,

Анатолий Александрович Зибаров, ведущий научный сотрудник отдела орошаемого земледелия и агроэкологии, vnioz@yandex.ru,

Дольган Сергеевич Тегесов, научный сотрудник отдела орошаемого земледелия и агроэкологии, vnioz@yandex.ru,

Любовь Васильевна Вронская, младший научный сотрудник отдела орошаемого земледелия и агроэкологии, аспирант, vnioz@yandex.ru

Bibliographic list

1. Agro-ecological assessment of lands, design of adaptive landscape systems of agriculture and agrotechnologies-methodical management. V.I. Kiryushin and A.L. Ivanov. M. Rosinformagrotech, 2005. – 784 p.
2. Akimenko, A.S. the Structure of sown areas and crop rotations / A.S. Akimenko // control Model, the productivity of the agricultural landscape. Kursk, 2000. – P. 132-143.
3. Gavrilov, A.M. Ameliorative role of fodder crops under irrigation / M.A. Gavrilov // the Efficiency of irrigation reclamation on the South of Russia: collection of scientific works. – Volgograd. – 2004. – P. 40-44.
4. Dudkin, V.M. crop Rotations in modern agriculture of Russia / V.M. Dudkin // Kursk: KGSXA, 1997. – 156 p.
5. Dronova, T.N. On the issue of creating highly productive mixtures of perennial grasses irrigated / T.N. Dronova et al. // Efficiency of irrigation melioration in the South of Russia: collection of scientific works. – Volgograd. – 2004. – P. 59-66.
6. Kruzhilin, I.P. Irrigation as a basic factor of increase of stability of agriculture in arid regions of Russia / I.P. Kruzhilin // irrigation of lands in ensuring food security of Russia. – Volgograd 2008. – P. 17-26.
7. Melikhov, V.V. Environmental sustainability of irrigated agricultural landscapes of the Volga-don interfluvium / V.V. Melikhov et al. // report on the state of the environment of the Volgograd region 2016. – Volgograd 2017. – P. 179-183.
8. Melikhova, N.P. Location and productivity of annual fodder crops in irrigated specialized crop rotations / N.P. Melikhova, E.V. Zinchenko, K.M. Melikhov // Forage Production. – № 12. – 2010. – P. 28-31.
9. Bennett Amanda J., Bending Gary D., Chandler David, Hilton Sally, Miles Peter. Meeting the demand for crop production: The challenge of yield decline in crops grown in short rotations. Biol. Rev. 2012. 87, №1, 52-57.
10. KalebHartmut. Fruchtfolge mit Konzept. Fortschr. Landwirt. 2009, №12, 36-38.

Additional information about the authors:

Nadezhda Pavlovna Melikhova, senior researcher of the department of irrigated agriculture and agroecology, vnioz@yandex.ru,

Anatoly Alexandrovich Zibarov, leading researcher of the department of irrigated agriculture and agroecology, vnioz@yandex.ru,

Dolgan Sergeevich Tegesov, researcher of the department of irrigated agriculture and agroecology, vnioz@yandex.ru,

Lyubov Vasilievna Vronskaya, junior research fellow of the department of irrigated agriculture and agroecology, postgraduate, vnioz@yandex.ru