**ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗВЕНЬЯХ СЕВООБОРОТА
НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ**

*С. В. Богомазов, канд. с.-х. наук; А. В. Лянденбургская, ст. преподаватель;
А. А. Левин, ассистент; О. А. Ткачук, канд. с.-х. наук; Е. В. Ефремова, канд. с.-х. наук*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», Россия,
г. Пенза, тел. (8412) 628546, e-mail: bogomazov.s.v@pgau.ru

Целью исследований являлось совершенствование элементов технологии возделывания озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья, позволяющих оптимизировать условия роста и развития. Исследованиями установлено, что вид пара не оказывал существенного влияния на плотность почвы. После сидерального пара запасы продуктивной влаги метрового слоя перед посевом снижались, в среднем, на 6,4 мм. Размещение озимой пшеницы после сидерального пара приводило к незначительному уменьшению площади листьев на 0,14 тыс. м²/га, по сравнению с черным паром. Наибольший вклад в формирование продуктивности озимой пшеницы оказало удобрение Гумостим, которое способствовало увеличению площади листовой поверхности на 5,1 тыс. м²/га, урожайности на 0,46 т/га по отношению к контролю.

Ключевые слова: плотность почва, запас продуктивной влаги, фотосинтез, урожайность, озимая пшеница.

Введение

В решении проблемы продовольственной безопасности Российской Федерации ведущая роль принадлежит озимой пшенице. Этой культуре уделяется большое внимание, заключающееся в создании оптимальных условий для формирования ее высокой продуктивности. В условиях ориентирования сельскохозяйственной деятельности на получение экологически безопасной продукции важная роль отводится освоению адаптивных систем земледелия, основанных на принципах экологизации и биологизации. Несмотря на многочисленные результаты исследований данного направления, порой довольно противоречивые, многие приемы биологизации по-прежнему остаются недостаточно проработанными, что вызывает необходимость их дополнительного тщательного изучения [1, 9, 12, 14, 15].

Современное растениеводство в большинстве регионов нашей страны не готово к внедрению инновационных технологий, поскольку не выдержана структура посевных площадей и на полях преобладает монокультура, повсеместно отмечается деградация плодородия почвы. Центральным звеном любой системы земледелия выступает структура посевных площадей и система севооборотов, которые определяют интенсивность обработки почвы (от отвальной системы до no-till), системы удобрения, защиту растений от вредных орга-

низмов (смена химических средств защиты растений по годам) и другие элементы агротехнологий [2, 3, 5, 6, 8, 11, 16, 17].

В последнее время на аграрном рынке появился широкий ассортимент препаратов на гуминовой основе, преимуществом которых является комплексное положительное воздействие на растение и высокая эффективность. Являясь природными веществами, они включаются в круговорот веществ и энергии в агроэкосистемах.

Экспериментально установлено многостороннее участие гуминовых веществ в физиологических и биохимических процессах, происходящих в растениях. Характер и степень их воздействия на растительный организм находятся в прямой зависимости от состава и свойств гуминовых кислот [4, 7, 10].

Методы и материалы

Экспериментальные исследования выполнены при закладке полевого опыта на территории Иссинского района Пензенской области.

Метеорологические условия за весь период исследований (2016-2019 гг.) в целом были благоприятными для роста и развития озимой пшеницы (рис. 1).

В качестве характеристик водно-теплового режима посевов озимой пшеницы рассматривался гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова. Разной степени увлажнения соответствуют следующие градации ГТК: ГТК < 0,4 – очень сильная засу-

Рис. 1. Водно-тепловой режим посевов озимой пшеницы

ха; $0,4 \leq \text{ГТК} \leq 0,5$ – сильная засуха; $0,5 \leq \text{ГТК} \leq 0,7$ средне засушливо; $0,7 \leq \text{ГТК} \leq 1,0$ недостаточно влажно; $1,0 < \text{ГТК} \leq 2,0$ – достаточно влажно; $\text{ГТК} > 2,0$ – переувлажнено [13].

Гидротермические условия предпосевного периода 2016-2017 гг. (июль – август) характеризовались как достаточно увлажненные ($\text{ГТК} = 1,0$) в 2016 и недостаточно увлажненные ($\text{ГТК} = 0,79$) в 2017 году. В 2018 году достаточно увлажненный был только июль месяц, а в августе и сентябре выпало только 27,4 мм осадков, что создало негативные условия для всходов растений озимой пшеницы.

Агрометеорологические условия 2017-2018 гг. в период весенне-летней вегетации озимой пшеницы были относительно благоприятными ($\text{ГТК} = 0,79-1,07$).

Весенне-летний период вегетации 2018 года характеризуется как сильно и средне засушливый.

Исследования проводились в 2016-2019 годах на производственных полях ООО «Русь» Иссинского района в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: 1. Черный пар; 2. Озимая пшеница; 3. Яровая пшеница.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным тяжелосуглинистым по гранулометрическому составу. Среднее содержание гумуса в пахотном слое 5,32 %, реакция почвенного раствора в пахотном горизонте слабокислая ($\text{pH}_{\text{сол}} 5,0-5,1$), содержание щелочногидролизующего азота от 81 до 98 мг на 1 кг почвы,

подвижного фосфора среднее, обменного калия (по Чирикову) повышенное.

В качестве объекта исследований использовался рекомендованный для возделывания в Пензенской области сорт озимой пшеницы Безенчукская 380.

В соответствии с программой исследований был заложен двухфакторный полевой опыт по следующей схеме.

Фактор А – вид пара:

A_0 – Черный пар (контроль);

A_1 – Сидеральный пар (горчица белая).

Фактор В – применение гуминового удобрения Гумостим:

B_0 – без удобрения (контроль)

B_1 – обработка семян (100 мл/т);

B_2 – внекорневая обработка в фазу кущения (300 мл/га);

B_3 – обработка семян (100 мл/т) + внекорневая обработка в фазу кущения и выхода в трубку (300 мл/га);

Фон – подкормка N_{90} кг д. в. в период возобновления вегетации.

Норма высева 5,5 млн. всхожих зерен на гектар.

Варианты в опыте размещались методом расщепленных делянок. Повторность опыта четырехкратная. Размер делянок первого порядка: длина – 200 м, ширина – 50 м. Общая площадь делянок – 10000 м², учетная площадь – 9600 м². Размер делянок второго порядка: длина – 50 м, ширина – 10 м. Общая площадь – 500 м², учетная площадь – 400 м². Ширина боковых защитных полос составляла 1 м.

Таблица 1

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в посевах озимой пшеницы, мм

Фактор		2016- 2017 гг.	2017- 2018 гг.	2018- 2019 гг.	Среднее
А – вид пара					
Черный пар	Перед посевом	159,2	143,4	101,8	134,8
	Фаза кущения	186,8	180,5	170,6	179,3
	Перед уборкой	112,6	103,4	86,7	100,9
Сидеральный пар	Перед посевом	153,7	136,8	94,6	128,4
	Фаза кущения	184,6	178,5	166,8	176,6
	Перед уборкой	111,6	101,6	85,4	99,5
НСР ₀₅ (А)		4,3	4,2	3,8	-
Средние многолетние данные о запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы под озимыми культурами, мм					
МС Пенза	Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	121,0	172,0	89,0	-

В качестве сидерата использовалась горчица белая сорта Рапсодия (12 кг/га).

В опыте использовали машины и почвообрабатывающие орудия, серийно выпускаемые отечественной промышленностью. Для отвальной вспашки использовался плуг ПЛН-8-35. Для подготовки черного пара и заделке зеленой массы сидератов – борона дисковая модернизированная БДМ-4×4. Система обработки почвы в черном пару состояла из трех послойных культиваций на глубину 0,12-0,14, 0,10-0,12 и 0,08-0,10 м. Система обработки в сидеральном пару включала перекрестное дискование в два следа на 0,10-0,12, 0,12-0,14 м и двух послойных культиваций на глубину 0,08-0,10 и 0,06-0,08 м. Посев озимой пшеницы проводили сеялкой СЗ-5,4. Фоновую обработку гербицидом (Примадонна, СЭ, 0,7 л/га) в фазу весеннего кущения проводили штанговым опрыскивателем ОП-2000.

Для всех перечисленных работ использовали тракторы К-700А и МТЗ-82.2. Все технологические операции проводились в соответствии с установленной в опыте схемой – в оптимальные агротехнические сроки.

Одним из новых видов удобрений является гуминовое удобрение из торфа Гумостим, разработанное СибНИИСХиТ Россельхозакадемии и ООО «ИнноТорф». Препарат предназначен для повышения качества и урожайности сельскохозяйственных культур.

Результаты.

Плотность почвы является одним из важнейших свойств, определяющих ее физическое состояние. Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная величина плотности пахотного горизонта на суглинистых и глинистых почвах составляет 1,0-1,2 г/см³. Вред избыточного уплотнения проявляется в повышенном

сопротивлении почвы проникновению вглубь ее профиля растущих корней растений, в ухудшении всех режимов, снижении биологической активности. Оценивая влияние предшественников на плотность сложения пахотного горизонта, в ходе исследований было установлено, что вид пара не оказывал какого-либо существенного влияния на данный показатель. Так, при размещении озимой пшеницы по черному пару плотность слоя 0-0,3 м по годам составила перед посевом 1,01-1,02 г/см³, а при размещении ее после сидерального пара – 1,00-1,05 г/см³, в фазу весеннего кущения данный показатель по черному пару находился в пределах 1,09-1,10 г/см³, а по сидеральному – 1,08-1,10 г/см³, перед уборкой – 1,19-1,20 г/см³ и 1,20-1,22 г/см³ соответственно.

Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы оказывают существенное влияние на течение биохимических процессов в почве и обеспечение оптимальных условий развития растений.

Одним из достоинств парового поля, как предшественника озимых зерновых культур является то, что к моменту посева в нем накапливается больше запасов продуктивной влаги, чем по непаровым предшественникам.

Анализируя содержание доступной для растений влаги в метровом слое почвы необходимо отметить, что за весь период исследований наибольшее ее количество было в вариантах, размещенных по черному пару. Размещение пшеницы после сидерального пара приводило к уменьшению суммарных запасов влаги в почве (табл. 1).

Так, перед посевом озимой пшеницы количество продуктивной влаги после черного пара составляло 134,8 мм, в фазу весеннего кущения данный показатель был равен 179,3 мм, перед уборкой – 100,9 мм. После сидерального пара запасы влаги

Рис. 2. Зависимость урожайности озимой пшеницы от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в период посева озимой пшеницы

перед посевом составляли 128,4 мм, в фазу весеннего кущения – 176,6 мм, перед уборкой – 99,5 мм.

При изучении зависимости урожайности озимой пшеницы от запаса продуктивной влаги в метровом слое предпосевного периода и весеннего кущения установлена сильная прямая зависимость между показателями ($r = 0,96$).

Известно, что интенсивность фотосинтеза определяется как количеством поглощенной растениями ФАР, так и интенсивностью деятельности фотосинтезирующего аппарата. Отличительной особенностью злаковых культур является то, что наряду с листьями существенный вклад в усвоение углекислоты вносят нелистовые хлорофиллоносные органы: стебли, влагалища листьев, колосья. Но, в целом за весенне-летний период вегетации озимой пшеницы

остается доминирующей роль листьев, что объясняется не только более высоким содержанием хлорофилла, но и наименьшими по сравнению с другими органами затратами на собственное дыхание.

В ходе проведенных исследований было установлено, что наибольшая площадь листовой поверхности формировалась в фазу колошения озимой пшеницы. Следует учесть, что на данный показатель наиболее сильное влияние оказывали вид пара и применение удобрения Гумостим. Так, размещение озимой пшеницы после сидерального пара приводило к незначительному уменьшению площади листьев на 0,14 тыс. м²/га, по сравнению с черным паром. Опрыскивание семян и посевов удобрением Гумостим способствовало увеличению площади листовой поверхности на 5,1 тыс. м²/га по отношению к контролю.

Таблица 2

Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы, (2017-2019 гг.)

Фактор		Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² /га × сутки	ЧПФ, г/м ² × сутки
А – вид пара	В – применение удобрения Гумостим			
А ₀	В ₀	31,96	967,50	4,94
	В ₁	34,53	1035,37	5,01
	В ₂	33,19	999,96	4,98
	В ₃	36,66	1091,44	5,07
А ₁	В ₀	31,51	955,70	4,93
	В ₁	34,76	1041,27	5,02
	В ₂	32,52	982,26	4,96
	В ₃	37,00	1100,29	5,08
НСР ₀₅ для фактора А		3,2	22,3	0,05
НСР ₀₅ для фактора В		3,8	21,8	0,07

Рис. 3. Зависимость урожайности от площади листьев

Для формирования высокого урожая необходима длительная активность ассимилирующей поверхности, то есть высокое значение фотосинтетического потенциала.

В среднем за три года исследований наибольший фотосинтетический потенциал (1091,44-1100,29 тыс. м²/га × сутки) и чистая продуктивность фотосинтеза (5,07-5,08 г/м² × сутки) наблюдался в посевах озимой пшеницы, обработанной удобрением Гумостим, как после сидерального, так и черного паров.

Анализ зависимости урожайности озимой пшеницы от площади листьев показал наличие сильной прямой связи ($r = 0,99$).

Как известно, урожайность является результивным показателем, отражающим воздействие погодных условий и технологических агроприемов на продуктивность растений с единицы площади.

Средняя урожайность озимой пшеницы

после сидерального пара находилась на уровне 3,19 т/га, что меньше на 0,1 т, по сравнению с черным паром – 3,20 т/га. На формирование урожайности озимой пшеницы в варианте с сидеральным паром большое влияние оказывали условия увлажнения. Так, в более засушливых 2017 и 2018 гг. урожайность озимой пшеницы после сидерального пара снижалась на 0,14 и 0,04 т/га соответственно.

Предпосевная обработка семян удобрением Гумостим (100 мл/т) в среднем за годы исследований достоверно приводила к увеличению урожайности зерна озимой пшеницы на 0,23-0,29 т/га. Некорневая обработка посевов в фазу кущения (300 мл/га) обеспечивала прибавку урожайности на уровне 0,10 т/га. Совместная обработка семян и вегетирующих растений приводила к увеличению урожайности на 0,46 т/га

Таблица 3

Биологическая урожайность озимой пшеницы в годы исследований, т/га

Фактор		2017 г.	2018 г.	2019 г.	Средняя
А – вид пара	В – применение удобрения Гумостим				
A ₀	B ₀	3,95	3,23	1,86	3,01
	B ₁	4,29	3,54	1,89	3,24
	B ₂	4,06	3,34	1,95	3,12
	B ₃	4,37	3,66	2,25	3,43
A ₁	B ₀	4,26	3,09	1,57	2,97
	B ₁	4,55	3,39	1,86	3,26
	B ₂	4,38	3,11	1,68	3,06
	B ₃	4,68	3,71	1,99	3,46
НСР ₀₅ для фактора А		0,12	0,11	0,13	-
НСР ₀₅ для фактора В		0,20	0,19	0,17	-

Заключение

Таким образом, в складывающихся гидротермических условиях региона наибольшая роль по накоплению продуктивной влаги принадлежит чистым, а по улучшению показателей плодородия чернозема выщелоченного – занятым сидеральным парам, эффективность которых больше отражается на последующей культуре севооборота. У многих аграри-

ев складываются отрицательные отзывы об удобрениях на гуминовой основе. Исследованиями доказана положительная роль гуминового удобрения Гумостим, отражающаяся в улучшениях условий роста и развития, а также повышения урожайности озимой пшеницы на 0,46 т/га, что при низких затратах на препарат отражается на рентабельности ее производства.

Литература

1. Бельков Г. И., Максютин Н. А. Сохранение и повышение плодородия почв в современных условиях Оренбургской области. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2014, № 6 (50), с. 8-10.
2. Беязов В., Устинов В., Пластинин Ю. Современные технологии возделывания культур тенденции и перспективы развития. Главный агроном, 2011, № 8, с. 4-7.
3. Дедов А. В., Несмеянова М. А. Влияние технологии возделывания озимой пшеницы на показатели плодородия чернозема типичного и продуктивность звеньев севооборотов. Нива Поволжья, 2018, № 2 (47), с. 50-56.
4. Касимов Л. В., Кравец А. В. Комплексные составы гуминового препарата с микроэлементами для выращивания яровой пшеницы. Достижения науки и техники АПК, 2012, № 5, с. 26.
5. Коваленко И. Н., Рябинина О. В. Влияние чистых и сидеральных паров на содержание гумуса в черноземе выщелоченном. Актуальные вопросы аграрной науки, 2017, № 22, с. 29-34.
6. Козлова Л. М., Макарова Т. С., Попов Ф. А., Денисова А. В. Севооборот как биологический прием сохранения почвенного плодородия и повышения продуктивности пашни. Достижения науки и техники АПК, 2011, № 1, с. 16-19.
7. Кравец А. В., Клячина С. Л., Касимов Л. В. Применение гуминовых удобрений в условиях засушливого периода на юге Западной Сибири. Новосибирск, 2013, 141 с.
8. Мелихова Н. П., Зибаров А. А., Тегесов Д. С., Севостьянова Г. М. Севооборот – важное средство сохранения плодородия и повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2019, № 4 (56), с. 92-99.
9. Морозов В. И., Тойгильдин А. Л., Подсевалов М. И. Биологизация севооборотов и продуктивность звеньев с озимой пшеницей в условиях лесостепной зоны Поволжья. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2018, № 3 (43), с. 84-90.
10. Морозовский В. В., Назаренко Д. Ю., Стрелков В. Д. Влияние препарата Гуми-20М на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Краснодарского края. Агрохимический вестник, 2008, № 3, с. 10.
11. Несмеянова М. А., Дедов А. В., Дедов А. А. Занятый пар как предшественник озимой пшеницы в условиях юго-востока ЦЧР. Вестник новосибирского государственного аграрного университета, 2015, № 3 (36), с. 31-37.
12. Парахин Н. В., Мельник А. Ф. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от факторов биологизации. Зерновое хозяйство России, 2015, № 4, с. 3-7.
13. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. В кн.: Мировой агроклиматический справочник. Ленинград: Гидрометеиздат, 1937, с. 5-27.
14. Семькин В. А. [и др.]. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России. Москва: КолосС, 2012, 471 с.
15. Aytemirov A. A., Khalilov M. B., Babayev T. T., Amiraliev Z. G. Impact of green manure on crop yield of cereals in conditions of irrigation of the tersko-sulak subprovinces. South of Russia: Ecology, Development, 2018, v. 13 (2), p. 144-155. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-144-155.
16. Gulyanov Y. A., Chibilyov A. A., Chibilyov A. A. Reserves for the increase of yield and quality of winter wheat grain and their dependence on the heterogeneity of crops in the conditions of the steppe zone of the Orenburg Urals. South of Russia: Ecology, Development, 2020, v. 15 (1), p. 79-88. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-79-88.
17. Korostylev S., Esaulko A., Ozheredova A., Gromova N., Grechishkina Y. Influence of tillage methods on optimization of nutrition, yield and filling grain of winter wheat on leached chernozem. Engineering for Rural Development, 2019, v. 18, p. 379-385. DOI: 10.22616/ERDev2019.18. N198.

PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT IN CROP ROTATION LINKS ON LEACHED BLACK SOIL

*S. V. Bogomazov, Candidate of Agricultural sciences; A. V. Lyandenburskaya, senior lecturer;
A. A. Levin, assistant; O. A. Tkachuk, Candidate of Agricultural sciences;
E. V. Efremova, Candidate of Agricultural sciences*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State Agrarian University»,
Russia, Penza, phone (8412) 628546, e-mail: bogomazov.s.v@pgau.ru

The aim of the research was to improve the elements of winter wheat cultivation technology in the forest-steppe zone of the Middle Volga region, which allow to optimize the conditions for growth and development. The studies found that the type of fallow did not significantly affect the density of the soil. After green-manured fallow, the reserves of productive moisture in the meter layer decreased before sowing, on average, by 6.4 mm. Winter wheat placing after green manure fallow led to an insignificant decrease in leaf area by 0.14 thousand m²/ha, compared to black fallow. The greatest contribution to the formation of the productivity of winter wheat was made by the fertilizer Gumostim, which contributed to an increase in the leaf area by 5.1 thousand m²/ha, in yield - by 0.46 t/ha in relation to the control.

Keywords: soil density, productive moisture reserve, photosynthesis, yield, winter wheat.

References:

1. Belkov G. I., Maksyutov N. A. Preservation and improvement of soil fertility in modern conditions of the Orenburg region. Bulletin of the Orenburg State Agrarian University, 2014, № 6 (50), p. 8-10.
2. Belyaev V., Ustinov V., Plastinin Yu. Modern technologies of cultivation of crop trends and development prospects. Glavny Agronom, 2011, № 8, p. 4-7.
3. Dedov A. V., Nesmeyanova M. A. Influence of winter wheat cultivation technology on fertility indicators of typical chernozem and productivity of crop rotation links. Niva Povolzhya, 2018, № 2 (47), p. 50-56.
4. Kasimov L. V., Kravets A. V. Complex compositions of a humic preparation with microelements for growing spring wheat. Achievements of Science and Technology of AIC, 2012, № 5, p. 26.
5. Kovalenko I. N., Ryabinina O. V. Influence of clear and green manure fallows on the humus content in leached chernozem. Actual issues of agrarian science, 2017, № 22, p. 29-34.
6. Kozlova L. M., Makarova T. S., Popov F. A., Denisova A. V. Crop rotation as a biological method for preserving soil fertility and increasing the productivity of arable land. Achievements of Science and Technology of AIC, 2011, № 1, p. 16-19.
7. Kravets A. V., Klyachina S. L., Kasimov L. V. Application of humic fertilizers in the dry season in the south of Western Siberia. Novosibirsk, 2013, 141 p.
8. Melikhova N. P., Zibarov A. A., Tegesov D. S., Sevostyanova G. M. Crop rotation is an important means of maintaining fertility and increasing the productivity of irrigated agricultural landscapes. Bulletin of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education, 2019, № 4 (56), p. 92-99.
9. Morozov V. I., Toygildin A. L., Podsevalov M. I. Biologization of crop rotations and productivity of links with winter wheat in the forest-steppe zone of the Volga region. Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2018, № 3 (43), p. 84-90.
10. Morozovsky V. V., Nazarenko D. Yu., Strelkov V. D. Influence of the preparation Gumi-20M on the productivity and quality of winter wheat grain in the Krasnodar Krai. Agrochemical Herald, 2008, № 3, p. 10.
11. Nesmeyanova M. A., Dedov A. V., Dedov A. A. Occupied fallow as a precursor of winter wheat in the south-east of the Central Black-Earth Region. Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University, 2015, № 3 (36), p. 31-37.
12. Parakhin N. V., Melnik A. F. Productivity and quality of winter wheat grain depending on biologization factors. Grain Economy of Russia, 2015, № 4, p. 3-7.
13. Selyaninov G. T. Methodology for agricultural characterization of climate. In the book: World Agroclimatic Directory. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1937, p. 5-27.
14. Semykin V. A. [et al.]. Biologization of agriculture in the main agricultural regions of Russia. Moscow: KolosS, 2012, 471 p.
15. Aytemirov A. A., Khalilov M. B., Babayev T. T., Amiraliev Z. G. Impact of green manure on crop yield of cereals in conditions of irrigation of the tersko-sulak subprovinces. South of Russia: Ecology, Development, 2018, v. 13 (2), p. 144-155. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-144-155.
16. Gulyanov Y. A., Chibilyov A. A., Chibilyov A. A. Reserves for the increase of yield and quality of winter wheat grain and their dependence on the heterogeneity of crops in the conditions of the steppe zone of the Orenburg Urals. South of Russia: Ecology, Development, 2020, v. 15 (1), p. 79-88. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-79-88.
17. Korostylev S., Esaulko A., Ozheredova A., Gromova N., Grechishkina Y. Influence of tillage methods on optimization of nutrition, yield and filling grain of winter wheat on leached chernozem. Engineering for Rural Development, 2019, v. 18, p. 379-385. DOI: 10.22616/ERDev 2019.18. N198.