

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Кузин Евгений Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»

Арефьев Александр Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»

Кузина Елена Евгеньевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Ботаническая 30, тел. 8(8412)628367, e-mail: aap241075@yandex.ru

Ключевые слова: навоз, сидераты, биодеструктор, озимая пшеница, кукуруза, однолетние травы, клейковина, протеин.

Для повышения продуктивности и качества растениеводческой продукции необходима разработка экологически безопасных и экономически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе с использованием элементов биологического земледелия. Цель исследований заключалась в сравнительной оценке действия и последствия навоза, капустных и бобовых сидератов в комплексе с биодеструктором стерни Экостерн и нетоварной частью урожая на продуктивность культур зернопаропропашного севооборота и качество растениеводческой продукции. Установлено, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья на лугово-черноземной выщелоченной малогумусной среднетяжелой легкосуглинистой почве сидеральные пары не уступают унавоженному пару. Наиболее существенное влияние на продуктивность и качество озимой пшеницы, кукурузы и однолетних трав оказало использование навоза и бобовых сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая последующих культур севооборота и биодеструктором стерни Экостерн. Продуктивность озимой пшеницы на их фоне в условиях 2018 года составляла 5,20-5,22 т/га з.ед., продуктивность кукурузы в условиях 2019 года – 7,02-7,03 т/га з.ед., продуктивность однолетних трав в условиях 2020 года – 5,01 т/га з.ед. Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло в агроценозе озимой пшеницы 0,51-0,53 т/га з.ед.; в агроценозе кукурузы -1,03-1,04 т/га з.ед. и в агроценозе однолетних трав - 0,67 т/га з.ед. Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы превышало контроль на 0,9-1,3 %, сбор протеина в агроценозе кукурузы – на 100,5-101,5 кг/га, сбор сырого протеина в агроценозе однолетних трав – на 173,8-181,9 кг/га.

Введение

Основной задачей сельскохозяйственного производства РФ в современных условиях является увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур и качества продукции растениеводства, что неотъемлемо связано с оптимизацией почвенного плодородия. Проблема повышения эффективного плодородия в настоящее время на фоне низкого уровня применения органических удобрений приобретает первостепенное значение. Решение этой актуальной задачи возможно на основе разработки и внедрения в сельскохозяйственное производство биологических систем земледелия, предусматривающих увеличение площадей многолетних трав, введения сидеральных паров, внесение в почву наземной биомассы сельскохозяйственных культур [1-9].

Современная система земледелия с активным применением химических средств защиты растений привела к резкому снижению

микробиологической активности почв. Проблему повышения микробиологической активности почв при использовании всех видов органических удобрений в условиях интенсивной химизации можно осуществить путем внесения в почву биологических препаратов [10-18].

Цель исследований заключалась в изучении влияния элементов биологического земледелия на продуктивность озимой пшеницы, кукурузы, однолетних трав и качество растениеводческой продукции в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Материалы и методы исследований

Полевой опыт по изучению влияния элементов биологического земледелия на продуктивность сельскохозяйственных культур и качество растениеводческой продукции был заложен в 2017 году по схеме: 1. Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество (контроль); 2. Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество (с.в.) + Экостерн; 3.

Продуктивность озимой пшеницы (2018 г.)

Вариант	Продуктивность, т/га з.ед.	Отклонение от контроля	
		т/га з.ед.	%
1. Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество (контроль)	4,69	–	–
2. Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество (с.в.) + Экостерн	5,20	0,51	10,9
3. Пар сидеральный (редька масличная)	4,73	0,04	0,9
4. Пар сидеральный (горчица белая)	4,69	0,00	0,0
5. Пар сидеральный (кормовые бобы)	5,00	0,31	6,6
6. Пар сидеральный (люпин белый)	4,96	0,27	5,8
7. Пар сидеральный (редька масличная + Экостерн)	4,89	0,20	4,3
8. Пар сидеральный (горчица белая + Экостерн)	4,87	0,18	3,8
9. Пар сидеральный (кормовые бобы + Экостерн)	5,22	0,53	11,3
10. Пар сидеральный (люпин белый + Экостерн)	5,20	0,51	10,9
НСР ₀₅		0,26	

Пар сидеральный (редька масличная); 4. Пар сидеральный (горчица белая); 5. Пар сидеральный (кормовые бобы); 6. Пар сидеральный (люпин белый); 7. Пар сидеральный (редька масличная + Экостерн); 8. Пар сидеральный (горчица белая + Экостерн); 9. Пар сидеральный (кормовые бобы + Экостерн); 10. Пар сидеральный (люпин белый + Экостерн).

Варианты в опыте размещены методом рендомизации в трехкратной повторности. В качестве микробиологического препарата в опыте применяли биодеструктор стерни Экостерн. Почва, навоз и зеленая масса измельченных сидеральных культур (2017 г.) и нетоварная часть урожая кукурузы (2019 г.) были обработаны био-препаратом нормой 1 л/га. Норма расхода рабочего раствора равнялась 300 л/га. В рабочий раствор также добавляли аммиачную селитру из расчета 10 кг д.в. на гектарную норму. Почва на контрольном варианте была обработана раствором аммиачной селитры нормой 10 кг/га д.в.

Наземная биомасса озимой пшеницы в 2018 году и кукурузы в 2019 году была внесена в почву как источник органического вещества в сочетании с аммиачной селитрой из расчета 10 кг д.в. на одну тонну биомассы на всех вариантах опыта [19].

Результаты исследований

На контрольном варианте (Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество) в 2018 году продуктивность озимой пшеницы равнялась 4,69 т/га з.ед. Навоз КРС нормой 14 т/га в пересчете на сухое вещество (с.в.) в сочетании с биодеструктором Экостерн достоверно увеличивал продуктивность изучаемой культу-

ры на 0,51 т/га з.ед., или 10,9 %. Продуктивность озимой пшеницы на этом варианте опыта составляла 5,20 т/га з.ед. (табл. 1).

В сидеральных парах достоверное увеличение продуктивности озимой пшеницы обеспечивали бобовые сидераты. Продуктивность озимой пшеницы на этих вариантах опыта превышала контроль на 0,27-0,31 т/га з.ед., или на 5,8-6,6 % и составляла 4,96-5,00 т/га з.ед.

Сидеральные пары с крестоцветными сидератами в сочетании с биодеструктором Экостерн несущественно повышали продуктивность озимой пшеницы по отношению к контрольному варианту. Продуктивность озимой пшеницы на их фоне варьировала от 4,87 до 4,89 т/га з.ед.

Продуктивность озимой пшеницы, размещенной по сидеральным парам с бобовыми культурами в сочетании с биодеструктором Экостерн, составляла 5,20-5,22 т/га з.ед., достоверно превышая контроль на 0,51-0,53 т/га з.ед., или на 10,9-11,3 %.

Содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы, размещенной по унавоженному пару, по сидеральным парам с капустными сидератами и по сидеральным парам с капустными сидератами в сочетании с биодеструктором Экостерн, было равнозначным и составляло 26,0-26,3 %.

Навоз КРС нормой 14 т/га с.в. в сочетании с биодеструктором Экостерн повышал содержание сырой клейковины на 0,9 %. Одностороннее действие сидеральных паров с кормовыми бобами и люпином белым достоверно увеличивало количество сырой клейковины на 1,0-1,1 %.

Наиболее существенное влияние на ко-

Продуктивность кукурузы (2019 г.)

Вариант	Продуктивность, т/га з.ед.	Отклонение от контроля	
		т/га з.ед.	%
1. Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество (контроль)	6,00	–	–
2. Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество (с.в.) + Экостерн	7,02	1,03	17,1
3. Пар сидеральный (редька масличная)	6,05	0,06	1,0
4. Пар сидеральный (горчица белая)	5,95	-0,05	-0,8
5. Пар сидеральный (кормовые бобы)	6,11	0,11	1,9
6. Пар сидеральный (люпин белый)	6,13	0,14	2,3
7. Пар сидеральный (редька масличная + Экостерн)	6,97	0,97	16,2
8. Пар сидеральный (горчица белая + Экостерн)	6,91	0,91	15,2
9. Пар сидеральный (кормовые бобы + Экостерн)	7,03	1,04	17,3
10. Пар сидеральный (люпин белый + Экостерн)	7,02	1,03	17,1
НСР ₀₅		0,42	

личество сырой клейковины оказали сидеральные пары с бобовыми сидератами в сочетании с биодеструктором Экостерн. Содержание клейковины на их фоне составляло 27,6 %, достоверно превышая контроль на 1,3 %.

Продуктивность кукурузы в условиях 2019 году на контрольном варианте составляла 5,26 т/га з.ед. На варианте с использованием навоза нормой 14 т/га с.в. в сочетании с нетоварной частью урожая озимой пшеницы и биодеструктором Экостерн продуктивность кукурузы равнялась 7,02 т/га з.ед. Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло 0,90 т/га з.ед., или 17,1 % (табл. 2).

Продуктивность кукурузы, размещенной по сидеральным парам в комплексе с наземной биомассой озимой пшеницы, несущественно отличалась от контроля и изменялась от 5,22 до 5,38 т/га з.ед.

Последствие капустных сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая озимой пшеницы и биодеструктором стерни повышало продуктивность кукурузы на 0,80-0,85 т/га з.ед., или на 15,3-16,2 %, а на вариантах с последствием бобовых сидератов с биодеструктором стерни на 0,90-0,91 т/га з.ед., или на 17,1-17,3 %.

Сбор протеина на контрольном варианте составлял 515,5 кг/га. Навоз в комплексе с нетоварной частью урожая озимой пшеницы и биодеструктором стерни увеличивал сбор протеина на 19,5 %. Сбор протеина на фоне последствия крестоцветных сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая озимой пшеницы несущественно отличался от контроля и варьировал от 501,1 до 515,1 кг/га. Последствие бобовых сидератов в комплексе с нетоварной

частью урожая озимой пшеницы достоверно увеличивало сбор протеина на 15,1-17,1 кг/га.

Последствие крестоцветных сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая озимой пшеницы и биодеструктором стерни достоверно повышало сбор протеина на 14,0-16,2 %. Последствие навоза и бобовых сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая озимой пшеницы и биодеструктором повышало сбор протеина на 19,5-19,7 %.

В условиях 2020 года продуктивность однолетних трав на контрольном варианте составляла 4,34 т/га з.ед. Последствие навоза в комплексе с нетоварной частью урожая предшествующих культур и биодеструктором стерни повышало продуктивность однолетних трав на 0,67 т/га з.ед., или 15,4 % (табл.3).

Последствие капустных и бобовых сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая предшествующих культур не оказало существенного влияния на продуктивность однолетних трав [20]. Капустные сидераты в комплексе с нетоварной частью урожая предшествующих культур и биодеструктором стерни достоверно увеличивали продуктивность однолетних трав на 0,48-0,62 т/га з.ед., или на 11,1-14,3 %, а бобовые сидераты – на 0,67 т/га з.ед., или на 15,4 %.

На контрольном варианте содержание сырого протеина в вико-овсяной смеси составляло 2,72 %, а сбор сырого протеина - 852,2 кг/га. Навоз в комплексе с нетоварной частью урожая предшествующих культур и биодеструктором достоверно увеличивал содержание сырого протеина в зеленой массе однолетних трав на 0,17 %, а его сбор - на 181,9 кг/га, или на 21,3 %.

Продуктивность однолетних трав (2020 г.)

Вариант	Продуктивность, т/га з.ед.	Отклонение от контроля	
		т/га з.ед.	%
1. Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество (контроль)	4.34	–	–
2. Чистый пар + навоз КРС 14 т/га в пересчете на сухое вещество (с.в.) + Экостерн	5.01	0,67	15,4
3. Пар сидеральный (редька масличная)	4.39	0,05	1,2
4. Пар сидеральный (горчица белая)	4.32	-0,02	-0,5
5. Пар сидеральный (кормовые бобы)	4.41	0,07	1,6
6. Пар сидеральный (люпин белый)	4.42	0,08	1,8
7. Пар сидеральный (редька масличная + Экостерн)	4.96	0,62	14,3
8. Пар сидеральный (горчица белая + Экостерн)	4.82	0,48	11,1
9. Пар сидеральный (кормовые бобы + Экостерн)	5.01	0,67	15,4
10. Пар сидеральный (люпин белый + Экостерн)	5.01	0,67	15,4
НСР ₀₅		0,29	

На вариантах с сидеральными парами в комплексе с нетоварной частью урожая предшествующих культур содержание сырого протеина в зеленой массе однолетних трав и его сбор существенно отличались от контроля.

Содержание сырого протеина в зеленой массе однолетних трав на вариантах с использованием сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая предшествующих культур и биодеструктором стерни изменялось в интервале от 2,76 до 2,88 %. Достоверное увеличение содержания сырого протеина в зеленой массе однолетних трав в данном случае обеспечивали бобовые сидераты в комплексе с нетоварной частью урожая предшествующих культур и биодеструктором стерни. Сбор сырого протеина на вариантах с последствием капустных и бобовых сидератов в сочетании с нетоварной частью урожая предшествующих культур и биодеструктором стерни достоверно превышал контроль на 97,3-178,0 кг/га, или на 11,4-20,9 %. Максимальный сбор сырого протеина (1026,0-1030,2 кг/га) обеспечивало использование бобовых сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая предшествующих культур и биодеструктором стерни.

Обсуждение

В условиях острого дефицита традиционных органических удобрений (навоз) внесение в почву биомассы сидератов и нетоварной части урожая культур севооборота в качестве источников органического вещества и биофильных элементов питания способствовало увеличению продуктивности озимой пшеницы, кукурузы, однолетних трав и повышению качества растениеводческой продукции. Результаты исследований

показали, что наивысший эффект по влиянию на продуктивность изучаемых культур и качество растениеводческой продукции оказали навоз, бобовые сидераты, используемые в комплексе с нетоварной частью урожая культур севооборота и биодеструктором стерни Экостерн.

Заключение

1. Навоз и бобовые сидераты в комплексе с нетоварной частью урожая и биодеструктором стерни Экостерн оказали равнозначное влияние на продуктивность изучаемых культур. Продуктивность озимой пшеницы на их фоне возросла на 10,9-11,3 %, кукурузы - на 17,1-17,3 %, однолетних трав - на 15,4 %.

2. Внесение навоза, биомассы бобовых сидератов в комплексе с нетоварной частью урожая и биодеструктором стерни Экостерн повышало содержание клейковины в зерне озимой пшеницы на 0,9-1,3 %, сбор перерваримого протеина в агроценозе кукурузы - на 19,5-19,7 %, сбор сырого протеина в агроценозе однолетних трав - на 20,4-21,3 %.

Библиографический список

1. Колсанов, Г.В. Использование гороховой соломы для удобрения озимой ржи на черноземе типичном / Г.В. Колсанов, А.Х. Куликова, Е.А. Корнеев, Н.В. Хвостов // Агротехника. – 2004. – № 5 – С. 47-53.
2. Куликова, А.Х. Повышение эффективности применения соломы как удобрения при возделывании ячменя / А.Х. Куликова, К.Ч. Хисамова // Аграрный научный журнал. – 2015 – № 4. – С. 13-17.
3. Скорочкин, Ю.П. Сидеральный пар и солома – элементы биологизации земледелия

в условиях северо-восточной части ЦЧР / Ю.П. Скорочкин, З.Я. Брюхова // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 20-21.

4. Запарнюк, В.И. Фотосинтетический потенциал посевов вики яровой в зависимости от инокуляции, удобрения и известкования / В.И. Запарнюк // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – № 11. – С. 30-33.

5. Исайчев, В.А. Влияние регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность растений яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Башкирского ГАУ. – 2013. – № 3. – С. 18-22.

6. Брескина, Г.М. Влияние приемов биологизации на урожайность сельскохозяйственных культур / Г.М. Брескина, Н.А. Чужан // Земледелие. – 2020. – № 3. – С. 30-33.

7. Русакова, И.В. Влияние биопрепарата баркон на процесс гумификации соломы / И.В. Русакова, Н.И. Воробьев // Агрехимия. – 2011. – № 1. – С. 48-55.

8. Capper, A. The effect of artificially inoculated antagonistic bacteria on the prevalence of take-all disease of wheat in field experiments / A. Capper, L. Campbell // J. Appl. Bacteriol. – 1986. – Vol. 60. – № 2. – P. 155-160.

9. Mertens, T. Yield increases in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with *Azospirillum lipoferum* under greenhouse and field conditions of a temperate region / T. Mertens, D. Hess // Plant and soil. – 1984. – V.82. – № 1. – P. 87-99.

10. Сафонов, А.В. Изменение содержания органического углерода в почве и продуктивности озимой пшеницы под действием сидератов, навоза и их сочетаний с бидеструктором / А.В. Сафонов, Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев, Е.Е. Кузина // Сурский вестник. – 2019. – № 4 (8). – С. 34-39.

11. Тойгильдин, А.Л. Многолетние травы в биологизации севооборотов лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов. – Ульяновск, 2015. – 178 с.

12. Литвинцев, П.А. Влияние систематического использования сидератов на продуктивность зернопарового севооборота / П.А. Литвинцев, И.А. Кобзев // Земледелие. – 2014. – №

8. – С. 23-24.

13. Лебедева, Т.Б. Органические удобрения в земледелии лесостепи Поволжья / Т.Б. Лебедева, Т.А. Власова, А.Н. Арефьев. – Пенза, 2007. – 124 с.

14. Зеленский, Н.А. Почвопокровные сидеральные культуры в сохранении плодородия почвы / Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская, Ю.В. Бабак // Материалы международной научно-практической конференции «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства». – 2019. – С. 114-119.

15. Морозов, В.И. Урожайность яровой пшеницы и качество зерна при биологизации севооборотов лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин, Е.М. Шаронова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 1 (18). – С. 45-48.

16. Половинкин, В.Г. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от применения регуляторов роста, макро- и микроэлементов / В.Г. Половинкин, В.А. Исайчев, Е.В. Провалова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 1 (29). – С. 95-101.

17. Гулянов, Ю.А. Экологизация степных агротехнологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды / Ю.А. Гулянов, А.А. Чибилёв // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 3. – С. 5-11.

18. Лебедева, Т.Б. Зеленое удобрение и азотный режим чернозема выщелоченного / Т.Б. Лебедева, С.М. Надежкин, Ю.В. Корягин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2004. – № 4. – С. 24-27.

19. Кузин, Е.Н. Влияние навоза, сидератов и их сочетаний с бидеструктором стерни на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур / Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев, Е.Е. Кузина // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 2 (38). – С. 104-116.

20. Кузин, Е.Н. Влияние элементов биологического земледелия на продуктивность сельскохозяйственных культур / Е.Н. Кузин // Сурский вестник. – 2020. – № 1 (9). – С. 18-22.

CHANGE OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CROP PRODUCTS UNDER THE INFLUENCE OF ELEMENTS OF BIOLOGICAL AGRICULTURE

Kuzin E. N., Arefiev A. N., Kuzina E. E.

FSBEI HE Penza SAU, Penza, Botanicheskaya st., 30, tel. 8 (8412) 628367, e-mail: alena-kuzina@mail.ru

Key words: manure, green manure, biodestructor, winter wheat, corn, annual grasses, gluten, protein.

To increase productivity and quality of crop production, it is necessary to develop ecologically safe and economically sound technologies for cultivation of agricultural crops, including elements of biological farming. The purpose of the research was to comparatively evaluate the effect and aftereffect of manure, cabbage and legume green manures in combination with Ecoster biodestructor of crop residues and non-commercial part of the harvest on productivity of crops of grain-fallow crop rotation and the quality of crop products. It was found that green manure fallow is not inferior to fertilized fallow in terms of influence on productivity of agricultural crops and crop production quality in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region on leached meadow-black low-humus medium-thick light loamy soil. The most significant impact on productivity and quality of winter wheat, corn and annual grasses was exerted by the use of manure and leguminous green manures in combination with non-commercial part of the harvest of subsequent crops of the crop rotation and Ecoster biodestructor of crop residues. Winter wheat productivity was 5.20-5.22 t / ha of credits on their background in the conditions of 2018, corn productivity was 7.02-7.03 t / ha of credits in the conditions of 2019, productivity of annual grasses - 5.01 t / ha of credits in the conditions of 2020. The increase was significant in relation to the control variant and amounted to 0.51-0.53 t / ha of credits in the agroecocenosis of winter wheat; as for corn agroecocenosis, it was 1.03-1.04 t / ha of credits and in the agroecocenosis of annual grasses - 0.67 t / ha of credits. Gluten content of winter wheat grain exceeded the control by 0.9-1.3%, protein content in corn agroecocenosis - by 100.5-101.5 kg / ha, content of crude protein in the agroecocenosis of annual grasses - by 173,8 -181, 9 kg / ha.

Bibliography:

1. Application of pea straw for winter rye fertilization on typical black soil / G.V. Kolsanov, A. Kh. Kulikova, E.A. Korneev, N.V. Khvostov // *Agrochemistry*. - 2004. - № 5. - P. 47-53.
2. Kulikova, A. Kh. Increase of the efficiency of straw application as fertilizer in barley cultivation / A. Kh. Kulikova, K. Ch. Khisamova // *Agrarian scientific journal*. - 2015. - № 4. - P. 13-17.
3. Skorochkin, Yu. P. Green fallow and straw - elements of agricultural biologization in the northeastern part of the Central Black Soil region / Yu. P. Skorochkin, Z. Ya. Bryukhova // *Agriculture*. - 2011. - № 3. - P. 20-21.
4. Zaparnyuk, V.I. Photosynthetic potential of spring vetch crops depending on inoculation, fertilization and liming / V.I. Zaparnyuk // *Vestnik of Altai State Agrarian University*. - 2013. - № 11. - P. 30-33.
5. Isaychev, V.A. The influence of growth regulators on photosynthetic activity of spring wheat plants in the forest-steppe conditions of the Volga region / V.A. Isaychev, N.N. Andreev, A.V. Kaspirovskiy // *Vestnik of Bashkir State Agrarian University*. - 2013. - № 3. - P. 18-22.
6. Breskina, G.M. The influence of biologization methods on yield of agricultural crops / G.M. Breskina, N.A. Chuyan // *Agriculture*. - 2020. - № 3. - P. 30-33.
7. Rusakova, I.V. Influence of Barkon biological product on the process of straw humification / I.V. Rusakova, N.I. Vorobiev // *Agrochemistry*. - 2011. - № 1. - P. 48-55.
8. Capper, A. The effect of artificially inoculated antagonistic bacteria on the prevalence of take-all disease of wheat in field experiments / A. Capper, L. Campbell // *J. Appl. Bacteriol.* - 1986. - Vol. 60, № 2. - P. 155-160.
9. Mertens, T. Yield increases in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with *Azospirillum lipoferum* under greenhouse and field conditions of a temperate region / T. Mertens, D. Hess // *Plant and soil*. - 1984. - Vol. 82, № 1. - P. 87-99.
10. Change of organic carbon content in soil and productivity of winter wheat under the influence of green manure, manure and their combinations with a bi-destructor / A. V. Safonov, E. N. Kuzin, A. N. Arefiev, E. E. Kuzina // *Sursky Vestnik*. - 2019. - № 4 (8). - P. 34-39.
11. Toygildin, A.L. Perennial grasses in biologization of crop rotations in the forest-steppe of the Volga region / A.L. Toygildin, V.I. Morozov. - *Ulyanovsk*, 2015. - 178 p.
12. Litvintsev, P.A. Influence of systematic green manure usage on productivity of grain-fallow crop rotation / P.A. Litvintsev, I.A. Kobzev // *Agriculture*. - 2014. - № 8. - P. 23-24.
13. Lebedeva, T. B. Organic fertilizers in agriculture of the Volga forest-steppe / T. B. Lebedeva, T. A. Vlasova, A. N. Arefiev. - Penza, 2007. - 124 p.
14. Zelenskiy, N. A. Ground cover green manure crops in preserving soil fertility / N. A. Zelenskiy, G. M. Zelenskaya, Yu. V. Babak // *Resource saving and adaptability in cultivation technologies of agricultural crops and processing of crop products: materials of the International Scientific and Practical Conference*. - 2019. - P. 114-119.
15. Morozov, V. I. Yield of spring wheat and grain quality in biologization of crop rotations in the forest-steppe of the Volga region / V. I. Morozov, A. L. Toygildin, E. M. Sharonova // *Vestnik of Izhevsk State Agricultural Academy*. - 2009. - № 1 (18). - P. 45-48.
16. Polovinkin, V. G. Yield and quality of winter wheat grain depending on application of growth regulators, macro- and microelements / V. G. Polovinkin, V. A. Isaychev, E. V. Provalova // *Vestnik of Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education*. - 2013. - № 1 (29). - P. 95-101.
17. Gulyanov, Yu. A. Ecologization of steppe agricultural technologies in the conditions of natural and anthropogenic changes in the environment / Yu. A. Gulyanov, A.A. Chibilev // *Theoretical and Applied Ecology*. - 2019. - № 3. - P. 5-11.
18. Lebedeva, T.B. Green fertilization and nitrogen regime of leached black soil / T.B. Lebedeva, S.M. Nadezhkin, Yu. V. Koryagin // *Vestnik of Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*. - 2004. - № 4. - P. 24-27.
19. Kuzin, E.N. Influence of manure, green manure and their combinations with biodestructor of crop residues on soil fertility and crop productivity / E.N. Kuzin, A.N. Arefiev, E.E. Kuzina // *Dairy Bulletin*. - 2020. - № 2 (38). - P. 104-116.
20. Kuzin, E.N. Influence of biological agriculture elements on productivity of agricultural crops / E.N. Kuzin // *Sursky Vestnik*. - 2020. - № 1 (9). - P. 18-22.