

В.Т. Синеговская, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ
Е.Т. Наумченко, кандидат сельскохозяйственных наук
 Всероссийский научно-исследовательский институт сои
 РФ, 655027, Амурская обл., г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19
 E-mail: valsino9@gmail.com

УДК 631.8:631.4

DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/38-41

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ КАК СРЕДСТВО ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА

В статье представлены результаты сравнительной оценки эффективности длительного применения минеральных и органических удобрений в системе севооборота. Установлено, что применение минеральной системы удобрений повысило величину гидролитической кислотности почвы с 4,30 до 5,29 мг-экв на 100 г почвы, показатель обменной кислотности снизился с 5,2 до 4,9 единиц рН. По обеим системам удобрений к концу 11-й ротации содержание подвижного фосфора увеличилось относительно исходного значения более чем в 4 раза, показатель его подвижности – в 2,2...3,2 раза по сравнению с контролем. Применение органоминеральной системы сопровождалось увеличением содержания гумуса на 0,35% и снижением соотношения С:N с 11,2 до 8,9. Повышенная урожайность пшеницы выявлена при внесении азотных и азотно-фосфорных удобрений по фону длительного применения минеральной и органоминеральной системы удобрений. Изменение продуктивности пшеницы на 56% зависело от содержания в пахотном слое почвы минерального азота, подвижного фосфора, гумуса и подвижности фосфат-иона. Продуктивность сои зависела от показателей плодородия почвы лишь на 24%: связь между продуктивностью сои и минеральными формами азота и фосфора слабая и прямая, между продуктивностью и подвижностью P₂O₅ слабая и обратная, с гумусом – умеренная и прямая.

Ключевые слова: система удобрений, севооборот, плодородие почвы, продуктивность, соя, пшеница.

V.T. Sinegovskaya, Academician of RAS, Professor, Honored Science Worker of Russia
E.T. Naumchenko, PhD in Agricultural sciences
 All-Russian Research Institute of Soybean
 RF, 655027, Amurskaya obl., g. Blagoveshhensk, Ignat'evskoe shosse, 19
 E-mail: valsino9@gmail.com

FERTILIZATION SYSTEM AS A WAY OF SOIL FERTILITY AND STABILIZATION OF FIELD CROP ROTATION PRODUCTIVENESS

The article presents the results of comparative evaluation of the efficiency of the long-term application of mineral and organic fertilizers in the crop rotation system. It was found that the application of the mineral fertilizer system increased the value of hydrolytic acidity of the soil from 4,30 to 5,29 mg-eq per 100 g of soil, the indicator of metabolic acidity decreased from 5,2 to 4,9 pH units. By the end of the 11th rotation for both fertilizer systems, the content of mobile phosphorus increased by more than 4 times relative to the initial value, its mobility indicator – by 2,2-3,2 times compared with the control. The use of the organo-mineral system was accompanied by an increase in the content of humus by 0,35% and a decrease in the C:N ratio from 11,2 to 8,9. The increased productivity of wheat was revealed when applying nitrogen and nitrogen-phosphorus fertilizers against the background of prolonged use of the mineral and organo-mineral fertilizer system. The change in wheat productivity by 56 % depended on the content of mineral nitrogen, mobile phosphorus, humus in the topsoil, and on the phosphate ion mobility. Soybean productivity depended on soil fertility indicators only by 24%: the relationship between soybean productivity and the mineral forms of nitrogen and phosphorus is weak and direct, between productivity and P₂O₅ mobility – weak and inverse, with humus – moderate and direct.

Key words: fertilizer system, crop rotation, soil fertility, productivity, soybean, wheat.

Экономически эффективное и экологически безопасное функционирование агроэкосистем базируется на сохранении почвенного плодородия. Процесс питания растений относится к регулируемым

факторам, используемым для получения семян высокого качества и стабильно высокой урожайности сортов. Общий запас питательных веществ в почве характеризует лишь ее потенциальное плодородие.

Для оценки эффективного плодородия и способности почвы обеспечивать высокие урожаи сельскохозяйственных культур, определяющее значение имеет содержание веществ в доступных для питания растений формах. Мобилизация питательных веществ под влиянием почвенных микроорганизмов, физико-химических и химических процессов происходит постоянно, но для получения высокого урожая очень часто не достаточно тех количеств, которые образуются в почве за вегетационный период. [4, 18] В современной земледелии усиливается негативное антропогенное влияние на почву, связанное с нерациональным использованием пашни и сокращением применения средств химизации. Поэтому за основу повышения эффективного плодородия почвы и урожайности растений принимают использование севооборотов и удобрений. [5, 7] Особенно актуальны исследования по изучению влияния на продуктивность длительного использования агробиологических средств (севооборот) в комплексе с рациональным применением минеральных и органических удобрений. [8, 11, 17] Системы удобрения сельскохозяйственных культур обеспечивают регулирование баланса веществ в агроэкосистемах, а также отдельных параметров. [1, 2, 16] Теоретическую и практическую значимость для объективной оценки влияния систематического применения сравнительно невысоких доз органических и минеральных удобрений на воспроизводство почвенного плодородия и продуктивность полевых культур в агроценозах приобретают исследования в многолетних стационарных опытах. [13, 3]

Цель исследований – определить влияние длительного применения минеральной и органоминеральной систем удобрений на продуктивность культур соево-зернового севооборота в зависимости от изменения содержания элементов питания в луговой черноземовидной почве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В длительном стационарном 5-польном севообороте (овес, соя, пшеница, соя, пшеница), заложенном в 1962–1964 годах на опытном поле ВНИИ сои проводили сравнительную оценку эффективности длительного применения минеральной и органоминеральной систем удобрений со среднегодовой нагрузкой на гектар севооборотной площади $N_{42} P_{48}$ и $N_{24} P_{30} + 4,8$ т навоза соответственно. Нормы удобрений сравнивали как между собой, так и с вариантами опыта, где вносили только азот в дозе 24 т/га и без внесения удобрений (контроль). Из минеральных удобрений применяли двойной суперфосфат и аммиачную селитру, из органических – полупрепревший навоз крупного рогатого скота. Варианты опыта размещали систематически в трехкратной повторности, общая площадь делянки – 180, учетная – 72 м². По окончании 11 ротации севооборота (2016–2018) отобрали из пахотного слоя почвенные образцы для агрохимического анализа по общепринятым методикам: гумус – по И.В. Тюрину [9], обменную и гидролитическую кислотность по ГО-СТам (26212-91 и 26483-85), подвижные формы фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91), подвижность фосфат-иона – по методу Карпинского и Замятиной (М.: Наука, 1975). Урожай в полевых опытах учитывали методом сплошного обмолота. Для аналитических расчетов корреляционно-регрессионного анализа использовали пакеты программ Microsoft Office и Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее проведенными исследованиями установлено, что после 30 лет (конец 6 ротаций) применения минеральных и органических удобрений в соответствии с дозой внесения сформировалось несколько уровней обеспеченности почвы подвижным фосфором – от низкого до высокого. [12]

Под влиянием длительного применения систем удобрений в соево-зерновом севообороте изменились агрохимические свойства луговой черноземовидной почвы (табл. 1). Минеральная система удобрений повысила гидролитическую кислотность почвы с 4,30 мг-экв (среднее 1971–1973) до 5,29 мг-экв на 100 г почвы (среднее 2016–2018), обменную кислотность – с 5,2 до 4,9 ед. рН. При органоминеральной системе удобрений ухудшения физико-химических свойств почвы к концу 11-й ротации не отмечено, достоверно увеличилось количество гумуса относительно исходного (4,20%) на 0,35%. По обеим системам удобрений содержание подвижного фосфора увеличилось относительно исходного значения (20 мг/кг почвы) более чем в 4 раза, его подвижность по сравнению с контрольным вариантом – в 2,2-3,2 раза. Длительное внесение удобрений повышало содержание валовых форм азота и сопровождалось снижением соотношения C:N с 11,2 в контроле до 8,9 в варианте с применением навоза. Таким образом, совместное внесение минеральных и органических удобрений способствует расширенному воспроизводству плодородия луговой черноземовидной почвы.

Основным требованием к системе удобрения культур должно быть эффективное использование достигнутого потенциала плодородия почвы. [15, 6] Уровень плодородия почвы определяли по продуктивности сельскохозяйственных культур (табл. 2).

Таблица 1.
Влияние длительного внесения удобрений на агрохимические свойства почвы

Показатель	Контроль	N_{24}	$N_{42} P_{48}$	$N_{24} P_{30} + 4,8$ т навоза	НСР ₀₅	$F_{факт.}$ ($F_{теор.} 2,62$)
pH _{ксл}	5,0	5,0	4,9	5,1	0,07	6,45
$H_{гидрол.}$, мг-экв/100 г почвы	4,44	4,62	5,29	3,90	0,51	7,58
P_{2O_5} , мг/кг почвы	28	22	74	84	13	38
P_{2O_5} , мг/л	0,098	0,089	0,219	0,319	0,04	50,58
K_2O мг/кг почвы	170	169	156	186	19	2,88
Гумус, %	4,19	4,08	4,16	4,55	0,36	3,76
C:N	11,2	10,3	9,4	8,9	–	–

Таблица 2.
Влияние длительного применения систем удобрений на продуктивность культур севооборота за 11-ю ротацию, т/га, зерновых единиц (з.е.)

	Овес (2012–2014)	Соя (2013–2015)	Пшеница (2014–2016)	Соя (2015–2017)	Пшеница (2016–2018)
Контроль	3,27	Контроль 4,48	Контроль 3,83	Контроль 4,64	Контроль 3,16
N_{60}	2,66	N_{30} 4,34	N_{30} 4,06	–	4,72
$N_{60} P_{60}$	2,87	$N_{60} P_{90}$ 4,44	$N_{60} P_{90}$ 4,76	–	4,66
$N_{60} P_{30} +$ навоз 12т	2,67	$N_{30} P_{60}$ 4,66	N_{30} 4,69	$P_{60} +$ навоз 12т 4,55	–
НСР ₀₅	0,42	0,34	0,29	0,62	0,72
$F_{факт.}$	2,78	1,38	15,8	0,31	2,91

Применение одних азотных, азотно-фосфорных удобрений в соотношении N:P=1:1 и совместно с навозом привело к полеганию посевов овса и потерям при уборке. Повышенная относительно контроля продуктивность пшеницы (3-я культура севооборота) сформировалась в вариантах, где по фону длительного применения минеральной и органоминеральной системы удобрений были внесены $N_{60}P_{90}$ и N_{30} , превышение относительно контроля составило 0,93 и 0,86 т/га з. е. соответственно. Следует отметить, что внесение N_{30} способствовало повышению продуктивности пшеницы, тогда как при использовании в течение 55 лет одних азотных удобрений она оставалась в пределах контроля. В замыкающем севообороте положительного эффекта последствия длительного применения систем удобрений не выявлено. Сложившийся уровень плодородия луговой черноземовидной почвы обеспечил продуктивность сои на уровне 4,34...4,72 т/га з. е.

Для определения уровней почвенного плодородия, влияющих на стабилизацию продукционных процессов наиболее целесообразно использовать коррелятивные взаимосвязи продуктивности культур севооборота с содержанием питательных веществ в почве. [10, 14] На луговой черноземовидной почве с помощью анализа уравнения корреляционной зависимости продуктивности культур севооборота с агрохимическими показателями почвы выявлено, что изменение продуктивности пшеницы на 56% определяется рассматриваемыми переменными, включенными в уравнение (табл. 3).

Наиболее значимую связь среди исследуемых факторов с продуктивностью имеет подвижность фосфат-иона (влияние сильное, прямое $\beta=0,74$), с минеральным азотом связь умеренная прямая ($\beta=0,42$), подвижным фосфором – умеренная обратная ($\beta=-0,31$), гумусом – слабая и прямая ($\beta=0,12$). На продуктивность сои показатели плодородия влияли слабо (24%): связь с минеральными формами азота и фосфора – слабая и прямая ($\beta=0,19$ и $0,23$), подвижностью P_2O_5 – слабая и обратная ($\beta=-0,16$), гумусом – умеренная и прямая ($\beta=0,46$).

Таким образом, длительное применение минеральной системы удобрений в сево-зерновом севообороте не только обеспечивает формирование повышенной продуктивности культур, но и стабилизирует плодородие почвы, тогда как органоминеральная система способствует расширенному его воспроизводству. Изменение продуктивности пшеницы на 56% зависит от содержания в пахотном

слое почвы минерального азота, подвижного фосфора, гумуса и подвижности фосфат-иона. Продуктивность сои только на 24% определялась показателями плодородия почвы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бокарев, В.Г. Эффективность различных систем удобрений в орошаемых севооборотах на темно-каштановой почве Сыртового Заволжья / В.Г. Бокарев, Т.И. Павлова // Аграрный научный журнал. – 2012. – № 5. – С. 7–9
2. Гамзиков, Г.П. Состояние и перспективы исследования в длительных стационарных опытах с удобрениями в Сибири/ Г.П. Гамзиков // Плодородие. – 2016. – № 5 (92). – С. 6–9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27175731>.
3. Золкина, Е.И. Влияние длительного применения систем удобрения на баланс биогенных элементов в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой почве/ Е.И. Золкина // Международный научный журнал «Символ науки». – № 03-3. – 2017. – С. 44–50. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28925827>.
4. Крючков, А.Г. Динамика содержания подвижного фосфора в черноземе обыкновенном под посевом яровой твердой пшеницы в длительном стационарном опыте/А.Г. Крючков // Агрохимия. – 2013. – № 3. – С. 32–35. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18962624>.
5. Мельникова, О.В. Влияние систем удобрений на плодородие серой лесной почвы Брянского Ополья при возделывании культур в плодосеменном севообороте // О.В. Мельникова, В.Е. Ториков, Е.Ю. Сидорова, Д.М. Мельников // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – С. 3–9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36507750>.
6. Наумченко, Е.Т. Влияние длительного применения удобрений на продуктивное использование элементов питания посевами пшеницы / Е.Т. Наумченко, Е.В. Банецкая // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018 – № 1 (45). – С. 42–48. <http://dx.doi.org/10.24411/1999-6837-2018-11007>. (DOI: 10.24411/1999-6837-2018-11007).
7. Никульчев, К.А. Роль предшественника в формировании урожайности сои на фоне длительного применения удобрений/ К.А. Никульчев // Плодородие. – 2019. – № 3 (108). – С. 39–41. (DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.12. <https://elibrary.ru/item.asp?id=38188505>).
8. Окорочков, В.В. Фосфорно-калийный режим серой лесной почвы Владимирского ополья/В.В. Окорочков // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 8. – С. 28–31. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24329678>.
9. Орлов, Д.С. Практикум по химии гумуса: Учебное пособие / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. – М.: Изд-во Моск. ун-та. 1981. – 272 с. <http://padabum.com/d.php?id=47229>.
10. Прошкин, В.А. Моделирование эффективности минеральных удобрений по показателям агрохимических свойств почвы/В.А. Прошкин // Агрохимия. – 2012. – № 7. – С. 16–27. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17916671>.
11. Пуртова, Л.Н. Влияние длительного использования удобрений на плодородие агротемногумусовых отбеленных почв Приморья / Л.Н. Пуртова, Л.Н. Шапова, А.Н. Емельянов и др. // Успехи современного естествознания. – 2016. – С. 77–81. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26639045>.
12. Синеговская, В.Т. Плодородие почвы и продуктивность зерно-соевого агроценоза при длительном внесении удобрений / В.Т. Синеговская, Е.Т. Наумченко // Сборник трудов по материалам Всероссийского совещания научных учреждений-участников Географи-

Таблица 3.

Результаты множественной корреляции продуктивности пшеницы и сои с показателями агрохимических свойств почвы

Культура	n	R	R ²	β	Уравнение регрессии
Пшеница	36	0,75	0,56	$x_1 - 0,42$	$Y = 22,67 + 0,27x_1 - 0,05x_2 + 40,59x_3 + 2,12x_4$
				$x_2 - 0,31$	
				$x_3 - 0,73$	
				$x_4 - 0,12$	
Соя	45	0,49	0,24	$x_1 - 0,19$	$Y = 10,91 + 0,09x_1 + 0,03x_2 - 8,45x_3 + 8,13x_4$
				$x_2 - 0,23$	
				$x_3 - 0,16$	
				$x_4 - 0,46$	

Примечание. Y – продуктивность, т/га з. е.; $x_1 - N_{мин}$, мг/кг; $x_2 - P_2O_5$, мг/кг; $x_3 -$ подвижность P_2O_5 , мг/л; $x_4 -$ гумус, %.

- ческой сети опытов с удобрениями. — 2016. — С. 237–242. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30132141>.
13. Сычев, В.Г. Этапы развития, результаты исследований и актуальные проблемы длительных агрохимических полевых опытов географической сети опытов с удобрениями / В.Г. Сычев, М.В. Беличенко, В.А. Романенков // *Агрохимия*. — 2018. — № 1. — С. 3–16. <https://doi.org/10.7868/S0002188118010015>. (DOI: 10.7868/S0002188118010015).
 14. Фадякин, И.С. Влияние разного агрохимического состояния почвы на продуктивность растений озимой пшеницы в условиях уссурийского района Приморского края/И.С. Фадякин // *Вестник КрасГАУ*. — 2013. — № 10. — С. 70–74. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20339899>.
 15. Шарков, И.Н. Системный подход к управлению плодородием почвы и воспроизводства гумуса. // *Материалы V всероссийского съезда общества почвоведов./ И.Н. Шарков – Ростов-на-Дону*. — 2008. — С. 211.
 16. Blair, N. Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility Part I: Broadbalk experiment / N. Blair, R.D. Faulkner, A.R. Till et al. // *Soil Tillage Research*. — 2006. — Vol. 91. — P. 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.11.002>.
 17. Ferreras, L. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil / L. Ferreras, E. Gomez, S. Toresani et al. // *Bioresource Technology*. — 2006. — Vol. 97, № 4 — P. 635–640. (DOI:10.1016/j.biortech.2005.03.018). <https://www.scrip.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=619098>.
 18. Gil-Sotres, F. Different approaches to evaluate soil quality using biochemical properties / F. Gil-Sotres, C. Trasar-Cepeda, M.C. Leiro's, S. Seoane // *Soil Biology & Biochemistry*. — 2005. — Vol. 37. — P. 877–887. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.10.003>.
 7. Nikul'chev, K.A. Rol' predshestvennika v formirovani urozhajnosti soi na fone dlitel'nogo primeneniya udobrenij/ K.A. Nikul'chev // *Plodorodie*. — 2019. — № 3 (108). — С. 39–41. (DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.12. <https://elibrary.ru/item.asp?id=38188505>).
 8. Okorokov, V.V. Fosforno-kalijny'j rezhim seroj lesnoj pochvy' Vladimirskego opo-l'ya/V.V. Okorokov // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. — 2015. — № 8. — С. 28–31. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24329678>.
 9. Orlov, D.S. Praktikum po khimii gumusa: Uchebnoe posobie / D.S. Orlov, L.A. Grishina. — М.: Izd-vo Mosk. un-ta. 1981. — 272 s. <http://padabum.com/d.php?id=47229>.
 10. Proshkin, V.A. Modelirovanie e'ffektivnosti mineral'ny'x udobrenij po pokazatelyam agrokhimicheskix svoystv pochvy'/V.A. Proshkin // *Agroximiya*. — 2012. — № 7. — С. 16–27. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17916671>.
 11. Purtova, L.N. Vliyanie dlitel'nogo ispol'zovaniya udobrenij na plodorodie agrotomno-gumusovy'x obelenny'x pochv Primor'ya / L.N. Purtova, L.N. Shhapova, A.N. Emel'yanov i dr. // *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya*. — 2016. — S. 77–81. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26639045>.
 12. Sinegovskaya, V.T. Plodorodie pochvy' i produktivnost' zerno-soevogo agrocenoza pri dlitel'nom vnesenii udobrenij / V.T. Sinegovskaya, E.T. Naumchenko // *Sbornik trudov po materialam Vserossijskogo soveshchaniya nauchny'x uchrezhdenij-uchastnikov Geogra-ficheskoy seti opy'tov s udobreniyami*. — 2016. — S. 237–242. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30132141>.
 13. Sy'chev, V.G. E'tapy` razvitiya, rezul'taty` issledovaniy i aktual'ny'e problemy` dlitel'-ny'x agrokhimicheskix polevy'x opy'tov geograficheskoy seti opy'tov s udobreniyami / V.G. Sy'chev, M.V. Belichenko, V.A. Romanenkov // *Agroximiya*. — 2018. — № 1. — S. 3–16. <https://doi.org/10.7868/S0002188118010015>. (DOI: 10.7868/S0002188118010015).
 14. Fadyakin, I.S. Vliyanie raznogo agrokhimicheskogo sostoyaniya pochvy' na produktivnost' rastenij ozimoy pshenicy v usloviyax ussurijskogo rajona Primorskogo kraja/ I.S. Fadyakin // *Vestnik KrasGAU*. — 2013. — № 10. — С. 70–74. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20339899>.
 15. Sharkov, I.N. Sistemny'j podhod k upravleniyu plodorodiem pochvy' i vosproizvodstva gumusa. // *Materialy` V vsersossijskogo s'ezda obshhestva pochvovedov./I.N. Sharkov – Rostov-na-Donu*. — 2008. — S. 211.
 16. Blair, N. Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility Part I: Broadbalk experiment / N. Blair, R.D. Faulkner, A.R. Till et al. // *Soil Tillage Research*. — 2006. — Vol. 91. — P. 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.11.002>.
 17. Ferreras, L. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil / L. Ferreras, E. Gomez, S. Toresani et al. // *Bioresource Technology*. — 2006. — Vol. 97, № 4 — P. 635–640. (DOI:10.1016/j.biortech.2005.03.018). <https://www.scrip.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=619098>.
 18. Gil-Sotres, F. Different approaches to evaluate soil quality using biochemical properties / F. Gil-Sotres, C. Trasar-Cepeda, M.C. Leiro's, S. Seoane // *Soil Biology & Biochemistry*. — 2005. — Vol. 37. — P. 877–887. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.10.003>.

LIST OF SOURCES

1. Bokarev, V.G. E'ffektivnost' razlichny'x sistem udobrenij v oroshaemy'x sevooborotax na temno-kashtanovoj pochve Sy'rtovogo Zavolzh'ya / V.G. Bokarev, T.I. Pavlova // *Agrarny'j nauchny'j zhurnal*. — 2012. — № 5. — С. 7–9.
2. Gamzikov, G.P. Sostoyanie i perspektivy` issledovaniya v dlitel'ny'x stacionarny'x opy'tax s udobreniyami v Sibiri/ G.P. Gamzikov // *Plodorodie*. — 2016. — № 5 (92). — С. 6–9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27175731>.
3. Zolkina, E.I. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya sistem udobreniya na balans biogenny'x e'lementov v zernopropashnom sevooborote na dernovo-podzolistoj pochve/ E.I. Zolkina // *Mezhdunarodny'j nauchny'j zhurnal «Simvol nauki»*. — № 03-3. — 2017. — С. 44–50. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28925827>.
4. Kryuchkov, A.G. Dinamika sodержaniya podvizhnogo fosfora v chernozeme oby'knovennom pod posevom yarovoj tverdoj pshenicy v dlitel'nom stacionarnom opy'te/ A.G. Kryuchkov // *Agroximiya*. — 2013. — № 3. — С. 32–35. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18962624>.
5. Mel'nikova, O.V. Vliyanie sistem udobrenij na plodorodie seroj lesnoj pochvy' Bryanskogo Opol'ya pri vozdeley'vanii kul'tur v plodoseennom sevooborote // O.V. Mel'nikova, V.E. Torikov, E.Yu. Sidorova, D.M. Mel'nikov // *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. — 2018. — S. 3–9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36507750>.
6. Naumchenko, E.T. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij na produktivnoe ispol'zo-vanie e'lementov pitaniya posevami pshenicy / E.T. Naumchenko, E.V. Banecz-kaya // *Dal'nevostochny'j agrarny'j vestnik*. — 2018 — № 1 (45). — С. 42–48. <http://dx.doi.org/10.24411/1999-6837-2018-11007>. (DOI: 10.24411/1999-6837-2018-11007).