

НОВОЕ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОЕ УДОБРЕНИЕ НА ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А.И. Иванов^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН, заведующий отделом физико-химической мелиорации и опытного дела АФИ, заведующий лабораторией природоохранного и органического земледелия, ORCID ID: 0000-0002-1502-0798;

Ж.А. Иванова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник сектора разработки агрохимикатов, ORCID ID: 0000-0002-3138-8285;

И.В. Соколов², младший научный сотрудник лаборатории природоохранного и органического земледелия, ORCID ID: 0000-0002-2695-8036;

И.А. Фрейдкин², научный сотрудник отдела инженерной экологии, ORCID ID: 0000-0001-7492-4001

¹ФГБНУ *Агрофизический научно-исследовательский институт*,
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14

²ФГБНУ *Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения*,

196608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, 5, 7, 9

Проблема обеспечения животноводческой отрасли северо-запада России фуражным зерном резко обострилась с 2010 г. Успешное ее решение здесь напрямую связано с уровнем и обоснованностью применения минеральных и органических удобрений. Целью исследования, начатого в Менковском филиале АФИ в 2012 г., был поиск эффективных вариантов применения нового органо-минерального удобрения (ОМУ), обеспечивающих максимальный агрономический эффект и формирование качественного зерна. Методической основой служил микрополевым опыт в полиэтиленовых сосудах без дна размером 1×1×0,4 м с искусственно сформированной верхней частью профиля скрытодеградированной супесчаной агродерново-подзолистой почвы. Она обладала средними показателями pH_{KCl} – 4,75, Hg – 3,46; ммоль(экв)/100 г, Собм – 3,20 ммоль(экв)/100 г, содержанием гумуса – 1,83%, подвижных соединений фосфора и калия – 217 и 92 мг/кг соответственно. В ходе исследований показана высокая агрономическая эффективность его применения под озимую пшеницу и удовлетворительная – под ячмень. При внесении под озимую пшеницу сорта Московская 56–5 т/га органо-минерального удобрения, содержащего 2,46% N, 4,51% P_2O_5 и 3,36% K_2O , урожайность зерна увеличивалась в 2,6 раза, а на фоне $N_{75}P_{50}K_{50}$ – в 3,8 раза при окупаемости 1 кг NPK 7,4 и 5,6 зерновых единиц соответственно. Установлено, что сочетание ОМУ с минеральными удобрениями сопровождается значительным повышением урожайности при уменьшении его относительного вклада со 153 до 59 и со 143 до 105% и оплаты 1 кг NPK с 3,8 до 2,6 и с 6,9 до 4,7 з.ед. у ячменя и пшеницы озимой соответственно. Лучшие показатели агрономической эффективности ОМУ как при внесении в чистом виде, так и на фоне $N_{75}P_{50}K_{50}$ соответствовали дозе 4 т/га. Обнаружено, что дополнение ОМУ калием из расчета 10 кг K_2O на 1 т обеспечивало увеличения прироста урожайности на 15%, а окупаемость 1 кг NPK с 6,4 до 8,4 зерновых единиц. Качественные показатели зерна пшеницы и ячменя на фоне ОМУ улучшились за счет повышения содержания сырого протеина на 8–27% и ряда зольных элементов: CaO – с 0,07 до 0,11, MgO – с 0,16 до 0,21, Zn – с 21,5 до 23,6 мг/кг.

Ключевые слова: почва, органо-минеральное удобрение, озимая пшеница, ячмень, эффективность, качество зерна.



THE NEW ORGANIC-MINERAL FERTILIZER FOR GRAIN CROPS

A.I. Ivanov^{1,2}, Doctor of Agricultural Sciences, professor of RAS, correspondent member of RAS, head of the department of physical and chemical melioration and experiments APHl, head of the department of organic and nature-saving agriculture of NWCPFS

Zh.A. Ivanova¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department for agrochemical development;

I.V. Sokolov², junior researcher of the laboratory of organic and nature-saving agriculture, ORCID ID: 0000-0002-2695-8036;

I.A. Freydkin², junior researcher head of the department of environmental engineering, ORCID ID: 0000-0001-7492-4001

¹FSBSI *Agrophysical Research Institute*,
195220, St. Petersburg, Grazhdansky Prosp., 14

²FSBSI *North-Western Center of Interdisciplinary Study of Food Supply Problems*
196608, St. Petersburg, Pushkin, Podbelsky Av., 5, 7, 9

The problem to provide the livestock industry of the North-West of Russia with forage grain has sharply escalated since 2010. Its successful solution is connected with the level and validity of the use of mineral and organic fertilizers. The purpose of the study, started by the Menkovsky Branch of the AFI in 2012, was to find effective options for the use of new organic-mineral fertilizer (OMF) which provides maximum agronomic effect and can produce grain of high quality. The methodological basis was the micro trials in polyethylene vessels without bottoms of 1 × 1 × 0.4 m in size with an artificially formed upper part of the profile of degraded sandy sod-podzolic soil. The soil was of 4.75 pH_{KCl} , 3.46 mmol (eq) of Ng per 100g, 3.20 mmol (eq) of S_{ch} per 100g, 1.83% of humus, 217 mg / kg of mobile compounds of phosphorus and 92 mg / kg of potassium. In the course of research, there was high agronomic efficiency of its use for winter wheat and satisfactory agronomic efficiency of its use for barley. When the winter wheat variety 'Moskovskaya 56' was fertilized with 5 t/ha of organic-mineral fertilizer containing 2.46% of Ng , 4.51% of P_2O_5 and 3.36% of K_2O , grain yield in-

creased in 2.6 times. Fertilized with $N_{75}P_{50}K_{50}$ the productivity improved in 3.8 times with a payback of 1 kg of NPK 7.4 and 5.6 grain units, respectively. It has been established that the combination of OMF with mineral fertilizers is accompanied by a significant yield increase with a decrease in its relative contribution from 153% to 59% and from 143% to 105% and a payback of 1 kg of NPK from 3.8 to 2.6 and from 6.9 to 4.7 of barley grain units and winter wheat grain units, respectively. The best indicators of the agronomic efficiency of OMF, both when applied in pure form and when fertilized with $N_{75}P_{50}K_{50}$, corresponded to a dose of 4 t/ha. It has been found that the addition of 10 kg of potassium (K_2O) per 1 ton to OMF provided yield increase on 15% and the payback period of 1 kg NPK increased from 6.4 to 8.4 grain units. Qualitative indicators of wheat and barley grain fertilized with OMF improved due to the rise of raw protein percentage on 8–27% and a number of ash elements, such as CaO (from 0.07 to 0.11 mg/kg), MgO (from 0.16 to 0.21 mg/kg), Zn (from 21.5 to 23.6 mg/kg).

Keywords: soil, organic-mineral fertilizer, winter wheat, barley, efficiency, grain quality.

Введение. Природно-климатические условия северо-запада РФ диктуют необходимость развития эффективного животноводства, обеспечение которого концентрированными кормами становится одной из важнейших задач регионального земледелия (Архипов и др., 2015, 2016). Результативность же зернового хозяйства здесь напрямую связана с уровнем применения удобрений и других средств интенсификации (Архипов, 2016; Иванов и Семенова, 1998; Конончук, 2016; Романова и др., 2016; Шаповалов и др., 2016). Произшедший за последние два-три десятилетия рост цен на минеральные удобрения при сохранении неоправданно низких цен на зерно резко ограничил условия их рентабельного применения на посевах зерновых культур в условиях Нечерноземья (Архипов и др., 2015, 2016; Иванов и Семенова, 1998; Иванов и др., 2010). Отсюда неизбежно вытекает необходимость усиления внимания к использованию дешевых местных ресурсов удобрений (Иванов, 1998; Иванов и др., 2014). Во многих областях зоны и, в частности Ленинградской, накапливающей за год более 1 млн т отходов птицеводства, одним из основных видов таких удобрений должны стать пометные (Архипов и др., 2016; Иванов и др., 2014). Но современные жесткие санитарно-гигиенические требования к этим удобрениям (Еськов и др., 2001; Иванов и др., 2014) обуславливают необходимость предварительной, по сути заводской, их подготовки.

В 2012–2014 гг. на экспериментальной базе Меньковского филиала АФИ нами проводилось изучение состава и свойств одного из видов пометных удобрений, полученного фирмой «Билавис» по разработанной совместно оригинальной технологии. Ее продукт представляет собой весьма концентрированное гранулированное органо-минеральное удобрение (ОМУ) со щелочной реакцией и высокой (до 25%), хотя и недостаточно стабильной, концентрацией макро- и микроэлементов. Одной из целей исследования была оценка агроэкологической эффективности систем удобрения на его основе в посевах ячменя и пшеницы озимой.

Материалы и методы исследований. Агрономическую эффективность нового органо-минерального удобрения на посевах зерновых культур изучали на базе стационарного опыта Меньковского филиала АФИ, выполняемого в полевом севообороте «пар сидеральный (люпиновый) – озимые зерновые – ячмень + многолетние травы – многолетние травы – многолетние травы – картофель – рапс яровой» (Фесенко и др., 2012). Микрополевой опыт в полиэтиленовых сосудах без дна площадью 1 м² формировали в двух закладках, относящихся к двум звеньям указанного севооборота: пар сидеральный (люпиновый) – озимая пшеница – ячмень + многолетние травы и ячмень + многолетние травы – многолетние травы – многолетние травы.

Для набивки сосудов использовали среднеокультурную супесчаную дерново-подзолистую почву контрольного варианта стационарного опыта, не получавшую удобрений в течение 30 лет (Шаповалов

и др., 2016). Ее агрохимические свойства: гумус – 1,85%, pH_{KCl} – 4,74, P_2O_5 подв. – 217 мг/кг, K_2O подв. – 92 мг/кг.

Схема опыта включала варианты с широким диапазоном доз ОМУ: от малых (3 т/га под озимую пшеницу и 4 т/га под ячмень с подсевом трав), нацеленных, главным образом, на обеспечение потребностей растений в элементах питания, до средних (5 и 7 т/га) и высоких (7 и 10 т/га соответственно), рассчитанных и на воспроизводство почвенного плодородия. Предусматривали также сочетание ОМУ с минеральными удобрениями ($N_{75}P_{50}K_{50}$) и с добавкой K_2SO_4 (10 кг K_2O на 1 т). Используемая в опыте партия ОМУ имела влажность 2%, pH – 9,0 и содержала N – 2,46, P_2O_5 – 4,51, K_2O – 3,36, CaO – 7,18, MgO – 2,48%; Cu – 97 и Zn – 484 мг/кг.

Удобрения вносили под предпосевную обработку почвы: во втором звене севооборота однократно (под ячмень), а в первом – дважды после заделки сидерата под озимую пшеницу и через неполных два года – под ячмень). Таким образом, в первом звене севооборота на посевах ячменя, помимо прямого действия, в некоторой мере проявлялось и последствие внесенных под пшеницу удобрений.

Повторность в опыте четырехкратная. Учет урожая сплошной весовой. Статистическая обработка данных выполнена дисперсным методом с использованием пакета программ Stat.

Результаты и их обсуждение. Озимая пшеница сорта Московская 56, несмотря на размещение по ценному предшественнику, хорошо отзывалась и на минеральные, и на органо-минеральное удобрение. Об этом свидетельствовали результаты наблюдений еще в период вегетации растений. Так, уже к концу осенней вегетации озимой пшеницы высота растений по фону минеральных удобрений превышала показатели контрольного варианта на 2,4–3,8 см, по фону разных доз ОМУ – на 0,8–3, см, по фону $N_{75}P_{50}K_{50}$ + ОМУ – на 2,0–6,2 см.

Основные показатели агрономической эффективности удобрений отражены в таблице.

Минеральная система удобрения ($N_{75}P_{50}K_{50}$) обеспечила увеличение урожайности зерна озимой пшеницы в 2,6 раза, соломы – в 2,5 раза. При этом на 1 кг действующего вещества было получено по 20,9 зерновых единиц. Агрономическая эффективность органо-минеральной системы удобрения с дозами ОМУ от 3 до 7 т/га тоже была весьма высокой (увеличение урожайности – в 2,1–2,6 раза), но все же значительно уступала показателям минеральной системы, особенно по оплате единицы действующего вещества (5,1–8,3 з.ед. на 1 кг NPK). Одной из главных причин этого могло стать несоответствие пропорций между азотом, фосфором и калием в выносе урожаем (1 : 0,4 : 0,9) и в составе изучаемого удобрения (1 : 1,8 : 1,4). Тем более, что почва характеризовалась высоким содержанием подвижных фосфатов. По комплексу показателей агрономической эффективности оптимальной дозой ОМУ следует считать 5 т/га.

Сочетание ОМУ со средними дозами туков обеспечивало получение очень высокого урожая пшени-

цы (6,5–9 т в пересчете на 1 га) и при этом повышение окупаемости питательных веществ удобрений в среднем с 6,9 до 9 з.ед./кг NPK. Но агрономическая эффективность самого ОМУ понижалась – относитель-

ные прибавки урожайности уменьшились со 143 до 105%, а оплата 1 кг NPK – с 6,9 до 4,7 з.ед. И на фоне $N_{75}P_{50}K_{50}$ лучшие показатели агрономической эффективности ОМУ соответствовали дозе 5 т/га.

1. Агрономическая эффективность вариантов системы удобрения зерновых культур в микрополевоом опыте (2012–2014 гг.)
1. Agricultural efficiency of cereals fertilizing in micro trials (2012–2014)

Варианты опыта	Озимая пшеница				Ячмень (1-е звено)				Ячмень (2-е звено)			
	Урожайность зерна		Окупаемость 1 кг NPK, з.ед.		Урожайность зерна		Окупаемость 1 кг NPK, з.ед.		Урожайность зерна		Окупаемость 1 кг NPK, з.ед.	
	кг/м ²	% к контролю	всех удобрений	ОМУ, ОМУ+K ₂ O	кг/м ²	% к контролю	всех удобрений	ОМУ, ОМУ+K ₂ O	кг/м ²	% к контролю	всех удобрений	ОМУ, ОМУ+K ₂ O
Контроль (без удобрений)	0,209	100	–	–	0,150	100	–	–	0,130	100	–	–
ОМУ, малая доза	0,434	20	8,3	8,3	0,396	264	6,8	6,8	0,230	177	3,0	3,0
ОМУ, малая доза+K ₂ O	0,490	234	9,5	9,5	0,411	274	6,6	6,6	0,270	208	3,4	3,4
ОМУ, средняя доза	0,551	264	7,4	7,4	0,420	280	4,3	4,3	0,320	246	2,9	2,9
ОМУ, средняя доза+K ₂ O	0,594	284	7,7	7,7	0,451	301	4,3	4,3	0,310	238	2,5	2,5
ОМУ, высокая доза	0,536	256	5,1	5,1	0,446	297	3,3	3,3	0,330	254	2,2	2,2
N75P50K50 – фон	0,533	255	20,9	–	0,266	177	7,4	–	0,280	215	9,4	–
Фон+ОМУ, малая доза	0,648	310	10,2	4,1	0,462	308	6,0	5,4	0,320	246	3,7	1,2
Фон+ОМУ малая доза+K ₂ O	0,796	381	13,1	9,0	0,529	353	6,8	6,6	0,420	323	5,2	3,2
Фон+ОМУ, средняя доза	0,787	377	9,0	5,6	0,500	333	4,4	3,7	0,370	285	3,0	1,3
Фон+ОМУ, средняя доза+K ₂ O	0,908	434	10,7	7,4	0,554	369	4,7	4,2	0,480	369	3,9	2,6
Фон+ОМУ, высокая доза	0,820	392	7,7	4,4	0,557	371	3,8	3,2	0,380	292	2,4	0,9
HCP ₀₅	0,052				0,045				0,018			

Вследствие относительной обедненности ОМУ (как и других видов пометных удобрений) калием, оправданным было дополнение (легирование) его калийным удобрением. Стабильный эффект обеспечивался как в вариантах с внесением ОМУ в чистом виде, так и на фоне минеральных удобрений. Этот прием повысил прибавки урожайности зерна в среднем на 15% и окупаемость 1 кг NPK с 6,4 до 8,4 з.ед.

Анализ продуктивных свойств посевов озимой пшеницы показал, что увеличение урожайности обеспечивалось: по фону $N_{75}P_{50}K_{50}$ за счет более высокой кустистости и большего числа зерен в колосе, а по фону ОМУ, кроме того, и за счет лучшей выполненности зерна.

Ячмень раннеспелого сорта Ленинградский, вероятно, в силу значительно меньшей продолжительности периода потребления элементов питания, существенно уступал озимой пшенице по окупаемости и минеральных, и органико-минерального удобрений. Особенно это касается второго звена севооборота (показатели агрономической эффективности удобрений в первом звене несколько лучше, по-видимому, в результате наложения на прямое действие последующего действия ранее внесенных под озимую пшеницу удобрений). Правда, относительные прибавки урожайно-

сти зерна были высокими и на этой культуре. Но это в значительной мере определялось крайне низким урожаем в вариантах «без удобрений».

В принципе, все отмеченные на посевах озимой пшеницы закономерности наблюдались и на посевах ячменя, но при меньших показателях эффективности. Так, полное минеральное удобрение повышало урожайность ячменя в 2 раза (пшеницы – в 2,6), ОМУ в средних дозах – в 3,1 раза (пшеницы в – 3,8); окупаемость 1 кг NPK составила: для минеральных удобрений соответственно 8,4 и 20,9 з.ед., для ОМУ (в среднем) – 2,7 и 6,9 з.ед. Сочетание ОМУ с минеральными удобрениями тоже сопровождалось значительным повышением урожайности при уменьшении относительных прибавок урожайности от самого ОМУ со 153 до 59% (у пшеницы – со 143 до 105%) и оплаты 1 кг NPK – с 3,8 до 2,6 з.ед. (у пшеницы – с 6,9 до 4,7 з.ед.). Лучшие показатели агрономической эффективности ОМУ как при внесении в чистом виде, так и на фоне $N_{75}P_{50}K_{50}$ соответствовали дозе 4 т/га.

Изучение химического состава полученной в опыте продукции позволило выявить отдельные закономерности, определяющиеся не только системой удобрения, но и почвенно-климатическими условиями. Во-первых, это низкое содержание протеина в зерне

обеих культур (10–11%) при очень высокой его крахмалистости. Во-вторых, несмотря на специфичность состава и свойств изучаемого удобрения, его влияние на качество зерна было вполне ожидаемым. В частности, стабильно регистрировалось коррелирующее с дозами ОМУ увеличение содержания в зерне сырого протеина (на 8–27% к показателю контрольного варианта). В отличие от полного минерального удобрения, несколько снижавшего содержание крахмала, ОМУ сглаживало это отрицательное действие. Зольный состав зерна и соломы под влиянием ОМУ, как правило, улучшался. На фоне его средних и высоких доз наиболее существенно увеличивалась концентрация кальция (с 0,07 до 0,11%), магния (с 0,16 до 0,21%) и цинка (с 21,5 до 23,6 мг/кг), меньше – калия, фосфора и меди.

Выводы. В полевых севооборотах на дерново-подзолистых почвах новое ОМУ целесообразнее

применять под озимые зерновые. В опыте на среднекультуренной почве лучшие показатели агрономической эффективности ОМУ на посевах пшеницы озимой Московская 56 получены при допосевном его внесении в дозе 5 т/га: повышение урожайности зерна в 2,6 раза в варианте применения в чистом виде и в 3,8 раза – на фоне $N_{75}P_{50}K_{50}$. Дополнение этой дозы калием минерального удобрения (10 кг K_2O на 1 т) обеспечивало увеличение прибавок урожайности на 15%. В расчете на 1 кг НРК в составе ОМУ получено от 5,6 до 7,7 зерновых единиц.

На качественные показатели зерна ОМУ оказывало, по преимуществу, положительное влияние. Это выражалось увеличением содержания сырого протеина в среднем на 1,8% (абсолютных), ограничением отрицательного действия полного минерального удобрения на крахмалистость, повышением концентрации большинства зольных элементов.

Библиографические ссылки

1. Архипов М.В., Иванов А.И., Данилова Т.А. и др. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России. С-Пб.-Пушкин, 2016. 136 с.
2. Архипов М.В., Иванов А.И., Синицына С.М. и др. Методологические и информационно-технологические основы развития кормопроизводства в Северо-Западном регионе РФ. С-Пб.: Изд-во ИАЭП, 2015. 182 с.
3. Еськов А.И., Новиков М.Н., Лукин С.М. и др. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. Владимир: РАСХН, 2001. 496 с.
4. Иванов А.И. Осадок сточных вод в системах удобрения зерновых // Зерновые культуры. 1998. № 6. С. 10–11.
5. Иванов А.И., Семенова Н.И. Перспективы удешевления систем удобрения кормовых культур // Кормопроизводство. 1998. № 6. С. 24–26.
6. Иванов А.И., Фрейдкин И.А., Иванова Ж.А. Агроэкологическая эффективность применения нового органо-минерального удобрения на основе птичьего помета // Проблемы агрохимии и экологии. 2014. № 3. С. 19–22.
7. Иванов А.И., Цыганова Н.А., Воробьев В.А. Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения // Агрохимия. 2010. № 3. С. 17–21.
8. Конончук В.В. Агрохимические аспекты формирования высоких урожаев зерновых культур в Центральном Нечерноземье // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3. С. 1–8.
9. Романова И.Н., Князева С.М., Глушаков С.Н. и др. Урожайность зерновых культур и уровень плодородия почвы в зависимости от внесения минеральных удобрений, типа почв в системе севооборота // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2. С. 63–65.
10. Фесенко М.А., Иванов А.И., Вертебный В.Е., Дубовицкая В.И. О результатах и развитии исследований в многолетнем стационарном опыте в семипольном севообороте // Агрофизика. 2012. № 3(7). С. 50–57.
11. Шаповалов В.Ф., Белоус Н.М., Малякко Г.П., Харкевич Л.П. Действие средств химизации на урожайность и качество овса в условиях радиоактивного загрязнения // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2. С. 68–72.

References

1. Arhipov M.V., Ivanov A.I., Danilova T.A. i dr. Ocenka biopotenciala proizvodstva prodovol'stviya v Severo-Zapadnom regione Rossii [Assessment of the biopotential of food production in the North-West region of Russia.]. S-Pb.-Pushkin, 2016. 136 s.
2. Arhipov M.V., Ivanov A.I., Sinicyna S.M. i dr. Metodologicheskie i informacionno-tehnologicheskie osnovy razvitiya kormoproizvodstva v Severo-Zapadnom regione RF [Methodological and information-technological bases for the development of forage production in the North-West region of the Russian Federation.]. S-Pb.: Izd-vo IAEP, 2015. 182 s.
3. Es'kov A.I., Novikov M.N., Lukin S.M. i dr. Spravochnaya kniga po proizvodstvu i primeniyu organicheskikh udobrenij [Reference book on the production and use of organic fertilizers]. Vladimir: RASKHN, 2001. 496 s.
4. Ivanov A.I. Osadok stochnykh vod v sistemah udobreniya zernovykh [Sewage sludge in cereal fertilizer systems] // Zernovye kul'tury. 1998. № 6. S. 10–11.
5. Ivanov A.I., Semyonova N.I. Perspektivy udeshevleniya sistem udobreniya kormovykh kul'tur [Prospects for making feed fertilizer systems cheaper] // Kormoproizvodstvo. 1998. № 6. S. 24–26.
6. Ivanov A.I., Frejtkin I.A., Ivanova ZH.A. Agroekologicheskaya effektivnost' primeneniya novogo organo-mineral'nogo udobreniya na osnove ptich'ego pomyota [Agroecological effectiveness of the new organic fertilizer application based on bird droppings] // Problemy agrohimii i ekologii. 2014. № 3. S. 19–22.
7. Ivanov A.I., Cyganova N.A., Vorob'yov V.A. Ocenka dlitel'nogo ispol'zovaniya horosho okul'turennoj dernovo-podzolic soil when using different fertilizer systems] // Agrohimiya. 2010. № 3. S. 17–21.
8. Kononchuk V.V. Agrohimicheskie aspekty formirovaniya vysokikh urozhaev zernovykh kul'tur v Central'nom Nечernozem'e [Agrochemical aspects of the formation of high cereals yields in the Central Non-Black Earth Region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 3. S. 1–8.
9. Romanova I.N., Knyazeva S.M., Glushakov S.N. i dr. Urozhajnost' zernovykh kul'tur i uroven' plodorodiya pochvy v zavisimosti ot vnoseniya mineral'nykh udobrenij, tipa pochv v sisteme sevooborota [The grain crops productivity and

the level of soil fertility, depending on the application of mineral fertilizers, the soil type in the system of crop rotation] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2016. № 2. S.63–65.

10. Fesenko M.A., Ivanov A.I., Vertebnyj V.E., Dubovickaya V.I. O rezul'tatah i razvitii issledovanij v mnogoletnem stacionarnom opyte v semipol'nom sevooborote [About the results and development of research in the long-term stationary trial in seven crop rotation sequences] // *Agrofizika*. 2012. № 3(7). S. 50–57.

11. SHapovalov V.F., Belous N.M., Malyavko G.P., Harkevich L.P. Dejstvie sredstv himizacii na urozhajnost' i kachestvo ovsa v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya [The chemicals' effect on the productivity and quality of oats in conditions of radioactive contamination] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2016. № 2. S. 68–72.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.