

Влияние биоудобрений на продуктивность овса и клеверотимофеечной смеси в условиях Нечерноземья

Александр Борисович Тиранов, Александр Владимирович Григорьев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» – филиал Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Новгородская область, Россия, e-mail: zevs1947@yandex.ru.

Аннотация. В звене севооборота кормовых культур на дерново-подзолистой почве (83 % пахотных земель) в условиях Новгородской области изучалось использование Азотовита и Фосфатовита для возделывания сельскохозяйственных культур на двух фонах минеральных удобрений. При использовании в технологических операциях биоудобрений дважды (протравливание семенного материала и некорневое опрыскивание) на фоне полного минерального удобрения, в соответствии с планом, получили наибольшую урожайность возделываемых культур. Зерна овса получено 4,3 т/га и зеленой массы клеверотимофеечной смеси 1-го года пользования (2-й укос) 60,9 и 2-го года пользования (1-й укос) 38,4 т/га. Максимальная питательность кормов с гектара: сбор сухого вещества 0,7; 15,2; 9,6; кормовых единиц – 4,3; 13,0; 8,4 тыс. т; переваримого протеина – 0,37; 1,16 и 0,74 т с низкой энергоемкостью производства возделываемых культур 3,1; 0,7 и 1,0 ГДж/тыс. т к.ед. и высокими коэффициентами энергетической эффективности 5,3; 16,1 и 12,5 ед. соответственно.

Ключевые слова: продуктивность; Азотовит; Фосфатовит; звено кормового севооборота; переваримый протеин; энергетические показатели.

Для цитирования: Тиранов А. Б., Григорьев А. В. Влияние биоудобрений на продуктивность овса и клеверотимофеечной смеси в условиях Нечерноземья // Аграрный научный журнал. 2023. № 10. С. 74–79. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i10pp74-79>.

AGRONOMY

Original article

The effect of biofertilizers on the productivity of oats and clover-thymopheic mixture in the conditions of the Non-Chernozem region

Alexander B. Tiranov, Alexander V. Grigoriev

The Federal State Budgetary Institution of Science “St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences” – a branch of the Novgorod Research Institute of Agriculture, Novgorod region, Russia, e-mail: zevs1947@yandex.ru.

Annotation. In the link of crop rotation of fodder crops on sod-podzolic soil (83% of arable land) in the conditions of the Novgorod region, the use of Azotovite and Phosphatovite for the cultivation of crops on two backgrounds of mineral fertilizers was studied. The use of biofertilizers in technological operations twice (pickling of seed material and non-root spraying) against the background of full mineral fertilizer, in accordance with the plan, received the highest yield of cultivated crops: oat grains 4.3 t/ha and green mass of a clover-thistle mixture of 1 year of use (2 mowing) 60.9 and 2 year of use (1 mowing) 38.4 t/ha and the maximum nutritional value of feed per hectare: collection of dry matter 0.7, 15.2, 9.6; feed units—4.3, 13.0, 8.4 thousand tons; digestible protein 0.37, 1.16 and 0.74 tons with low energy intensity of production of cultivated crops 3.1, 0.7 and 1.0 GJ/thousand tons k units and high energy efficiency coefficients of 5.3, 16.1 and 12.5 units, respectively.

Keywords: productivity; Azotovite; Phosphatovite; feed crop rotation link; digestible protein; energy indicators.

For citation: Tiranov A. B., Grigoriev A. V. The effect of biofertilizers on the productivity of oats and clover-thymopheic mixture in the conditions of the Non-Chernozem region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(10):74–79. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i10pp74-79>.





Введение. Северо-западная часть России, в которую входит и Новгородская область, специализируется на производстве животноводческой продукции. Для увеличения производства продукции животноводства разработали усовершенствованный пятипольный кормовой севооборот. В севооборот включили 60 % яровых и озимых зерновых и 40 % многолетних бобово-злаковых трав. Зерновые культуры в основном используются на фуражные цели. В звено усовершенствованного севооборота входят яровой овес и клеверотимофеечная смесь 2 лет пользования. Природные условия области в наибольшей степени соответствуют возделыванию луговых многолетних трав. Энергоемкость производства бобово-злаковых трав составляет более 14 единиц [5].

Производство овса резко возрастает благодаря минеральным удобрениям. Эффективность различных видов минеральных удобрений зависит от их дозировки и формы, от почвенных условий и содержания питательных веществ в почве. На дерново-подзолистой почве овес хорошо реагирует на внесение азотных удобрений [13].

Насыщение кормовых короткоротационных севооборотов на 40 % многолетними бобово-злаковыми травами позволяет экономить дорогостоящий технический азот и снижать энергозатраты при возделывании кормовых культур.

В исследуемый усовершенствованный кормовой севооборот включили клеверотимофеечную смесь, что особенно актуально для бедных дерново-подзолистых почв, которых в Новгородской области свыше 50 % [11].

Азотовит и Фосфатовит разработаны компанией ООО «Промышленные Инновации». Это альтернативные источники питания растений. Они повышают эффективность потребления минеральных удобрений. Следовательно, азот, потребляемый растениями из аммиачной селитры, составляет не 45–80 %, а значительно больше при использовании микробиологических удобрений [9]. Калийфосфатные бактерии растворяют силикатные минералы и выделяют фосфор и калий из комплексных соединений и превращают их в пригодные для использования, а также повышают коэффициент использования фосфорно-калийных удобрений [10]. Использование новых микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит позволит повысить урожайность и восстановить плодородие почвы.

Без использования минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве невозможно получать высокие урожаи. В наших исследованиях биопрепараты Азотовит и Фосфатовит применяли на двух фонах минеральных удобрений в баковых смесях с пестицидами. Использование биоудобрений совместно с пестицидами значительно увеличивает их эффективность и делает экономически выгодными.

Цель исследований – изучить влияние комплексного воздействия Азотовита, Фосфатовита и минеральных удобрений на продуктивность, качество кормов и энергоэффективность возделываемых культур в звене севооборота в Новгородской области.

Методика исследований. Исследования проводили в 2019–2021 гг. в улучшенном звене пятипольного кормового севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Пахотный слой 0–20 см содержит 230–245 мг/кг подвижного фосфора, 230–250 мг/кг обменного калия (по Кирсанову), 3,0–3,3 % гумуса (по Тюрину), pH_{KCl} 5,5–6,0. Чередование культур в звене севооборота: 1) овес + клевер + тимофеевка; 2) клевер + тимофеевка используется в течение 1-го года пользования в зеленом качестве (скашивание дважды); 3) клевер + тимофеевка 2-го года использования (скашивание однократное). В эксперименте были изучены два фактора.

Фактор А – полное минеральное удобрение под прогнозируемый урожай: фактор A_1 – рассчитанные дозы под урожай: овес яровой на зерно (3,0 т/га) $N_{70}P_{41}K_{42}$; клевер + тимофеевка 1-го года пользования на зеленую массу, два укоса (30,0 т/га) $N_0P_{30}K_{46}$, клевер + тимофеевка 2-го года пользования на зеленую массу, один укос (25,0 т/га) $N_{40}P_{30}K_{68}$; фактор A_2 – дозы минеральных удобрений под урожай культур – 50 % от фактора A_1 .

Фактор В – применение биоудобрений и пестицидов: B_0 – контроль без Азотовита (А) и Фосфатовита (Ф) + фунгицид; B_1 – обработка семян перед посевом фунгицид + А (2 л/т) + Ф (2 л/т); B_2 – некорневая обработка посевов овса в период кущения и бобово-злаковых при высоте расте-



ний до 30 см ($A + \Phi$ по 1 л/га каждого препарата); B_3 – использование в технологиях двух факторов $B_1 + B_2$.

Опыт заложен в 3-кратной повторности, размещение вариантов по повторениям рендомизированное с последовательным введением одной культуры в звено пятипольного севооборота. Размер делянок – 100 м². Делянки делили пополам, площадь учетной делянки по факторам A и B – 25 м². Посев возделываемых культур проводили в оптимальные сроки: овес сорта Боррус – 4 млн всхожих семян на 1 га + клевер с тимофеевкой – 9 и 5,5 млн всхожих семян на 1 га (клевер сорта Кармин и тимофеевка луговая сорта Ленинградская 204). Семена, обработанные только защитными средствами от болезней, высевали на половине делянки, на другой половине делянки – в баковой смеси: средство для защиты семян + ($A + \Phi$ по 2 л/т каждого препарата). На стадии кущения растений овса проводили некорневую обработку посевов A (1 л/га) + Φ (1 л/га) и при высоте растений до 30 см у бобово-злаковых (варианты 3, 4, 7, 8). Планируемый урожай рассчитывали балансовым методом с учетом макроэлементов в почве [2].

Для протравливания семян зерна овса использовали фунгицид Витавакс 200, СП (375 + 375 г/кг) по 3 кг/т (10 л/т рабочего раствора). Для борьбы с двудольными сорняками на посевах зерновых применяли гербицид Агритокс, ВК (500 г/л) – 1,2 л/га.

Схема опыта двухфакторная 2×4 .

Средний показатель ГТК за вегетационный период 2019–2021 гг. составлял 1,7; 1,3 и 0,8 ед.

Учет продуктивности овса осуществляли на стадии полной спелости зерна и бобово-злаковых трав – в фазу бутонизации – начала цветения клевера и начала цветения тимофеевки.

Результаты исследований обрабатывали дисперсионным [4] и ресурсно-экономическим [8] методами.

Результаты исследований. Минеральные и микробиологические удобрения оказывают значительное влияние на продуктивность кормовых культур. За звено севооборота лучшую урожайность получили в вариантах 4 и 8: зерно овса – 4,3 и 3,6 т/га, многолетних трав 1-го и 2-го годов пользования – 60,9 и 54,1 т/га и 38,4 и 33,3 т/га соответственно при использовании минеральных удобрений (факторы A_1 и A_2) и микробиологических (фактор B_3), табл. 1. Существенная прибавка урожая к фонам 1 и 2 составила более 38 %. В среднем за звено севооборота урожайность возделываемых культур относительно фона 1 и фона 2 с использованием Азотовита и Фосфатовита (факторы B_1 , B_2 , B_3) на двух фонах минерального питания повысилась. Она составила по зерну овса 0,5–1,5 т/га, по многолетним травам 1-го года пользования – 5,7–18,7 т/га и 2-го года пользования – 3,5–11,0 т/га, что выше НСР₀₅ для сравнения частных средних равных 0,37; 5,3 и 3,4 т/га соответственно. Полученные данные по продуктивности подтверждают результаты исследований [1, 3, 6, 7, 12, 16, 17].

Данные табл. 1 показывают, что в среднем за звено севооборота прибавка урожайности по фактору A составила 0,6 тыс. т к.ед./га (вариант 1 относительно варианта 5), по фактору B относительно фонов 1 и 2 – 1,1–2,6 и 1,0–2,3 тыс. т к.ед./га. На основании многофакторного дисперсионного анализа не установлено совместного взаимодействия факторов A и B в звене севооборота на продуктивность кормовых культур.

Анализ структуры пробных снопов растений овса и зеленой массы клеверотимофеечной смеси двух лет пользования полностью согласуется с урожайными данными. Сельскохозяйственные растения вариантов 4 и 8 отличались высоким качеством 1000 зерен овса (масса – 33,5 и 30,3 г) и наибольшим количеством зерен в метелках (56 и 52 шт.). В фитомассе клеверотимофеечной смеси лучшая облиственность у клевера лугового 27,4 и 26,5 % и тимофеевки луговой 18,6 и 18,2 % 1-го г.п. и 2-го г.п. у клевера лугового 25 % и тимофеевки луговой – 20 % соответственно.

Белок играет особую роль в питательной ценности кормов для сельскохозяйственных животных [15]. В наших исследованиях наибольший выход переваримого протеина в зерне овса получили в вариантах при двукратном применении микробиологических удобрений – 0,37 и 0,35 т/га.

Согласно результатам химического анализа качества фитомассы смесь клевер + тимофеевка по содержанию основных элементов питания соответствует зоотехническим нормам –

2,93; 3,1 и 2,8 % соответственно. У зеленой массы клеверотимофеечной смеси высокие показатели по переваримому протеину отмечали в вариантах 4 и 8, где использовали Азотовит и Фосфатовит двукратно: за два укоса 1-го г. п. 1,16 и 1,03 т/га, за один укос 2-го г. п. 0,74 и 0,63 т/га соответственно.

Таблица 1

Влияние минеральных и микробиологических удобрений на продуктивность кормовых культур в звене севооборота

Вариант	Фактор А	Фактор В	Урожайность				Прибавка урожая в среднем за звено, тыс. т к.ед./га	
			зерно овса, т/га	зеленая масса, т/га		в среднем за звено, тыс. т к.ед./га		
				бобово-злаковые 1-го г. п. (2-й укос)	бобово-злаковые 2-го г. п. (1-й укос)		по фактору А	по фактору В
1	А ₁	В ₀	2,8	42,2	27,4	6,0	0,6	—
2		В ₁	3,3	48,4	31,9	7,1		1,1
3		В ₂	3,4	52,1	32,4	7,3		1,3
4		В ₃	4,3	60,9	38,4	8,6		2,6
5	А ₂	В ₀	2,2	38,3	24,2	5,3	—	—
6		В ₁	3,0	44,0	27,7	6,3		1,0
7		В ₂	2,9	47,3	28,1	6,5		1,2
8		В ₃	3,6	54,1	33,3	7,6		2,3
Фактор А НСР ₀₅			0,20	1,3	2,1	0,45		
Фактор В НСР ₀₅			0,18	2,7	1,8	0,36		
НСР ₀₅ для сравнения частных средних			0,37	5,3	3,4	0,55		

В среднем за звено севооборота, когда под возделываемые культуры использовали микробиологические удобрения дважды, а минеральные удобрения вносили на плановый урожай, получили максимальную питательную ценность корма с 1 га: кормовых единиц 8,6 тыс. т, сухого вещества 10,3 т, переваримого протеина 0,75 т.

Сравнительный анализ энергетических затрат возделывания кормовых культур показал, что на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях Новгородской области производство многолетних бобовых и зерновых трав наименее энергозатратно. Энергоемкость производства зеленой массы смеси клевера + тимофеевка минимальна и составляет 0,7–1,2 ГДж на тыс. т к.ед., а коэффициент энергетической эффективности за годы исследований наибольший – 10,0–16,1 единицы с рентабельностью производства более 145 % (табл. 2). Лучшие энерго-экономические показатели по овсу и многолетним травам 2 лет пользования получили в вариантах 4 и 8 при двукратном использовании в технологических операциях Азотовита и Фосфатовита. При этом продуктивность составила 4,3 и 3,6 и от 7,3 до 13,0 тыс. т к.ед./га с коэффициентами энергетической эффективности 5,3 и 4,7 ед. и от 11,9 до 16,1 ед. и энергоемкостью производства основной продукции 3,1 и 3,5 и от 0,7 до 1,0 ГДж/тыс. т к.ед. с рентабельностью производства 159 и 141 и от 192 до 199 % соответственно.

В среднем за три культуры севооборота в варианте 4 энергетические и экономические показатели самые высокие: продуктивность 8,6 тыс. т к.ед./га; коэффициент энергетической эффективности более 11 ед.; энергоемкость производства основной продукции самая низкая 1,6 ГДж тыс. т к.ед. с рентабельностью производства 184 %.

Во всех вариантах эксперимента плодородие дерново-подзолистой почвы увеличилось за звено севооборота в среднем на 65–99 ГДж/га, что согласуется с предыдущими исследованиями [14].



Энерго-экономическая эффективность производства сельскохозяйственной продукции в звене севооборота

Культуры севооборота	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Продуктивность, тыс. т к.ед./га								
Овес + клевер + тимофеевка	2,8	3,4	3,5	4,3	2,2	2,9	3,0	3,6
Бобово-злаковые 1-го г. п.	9,3	10,9	11,3	13,0	8,4	9,8	10,2	11,9
Бобово-злаковые 2-го г. п.	6,0	7,0	7,1	8,4	5,3	6,1	6,2	7,3
За звено севооборота	6,0	7,1	7,3	8,6	5,3	6,3	6,5	7,6
Коэффициент энергетической эффективности основной продукции, единиц								
Овёс + клевер + тимофеевка.	4,3	4,4	4,5	5,3	3,8	4,3	4,2	4,7
Бобово-злаковые 1-го г. п.	15,1	15,4	15,7	16,1	13,0	13,5	13,7	14,6
Бобово-злаковые 2-го г. п.	10,0	11,1	11,7	12,5	10,4	10,8	11,0	11,9
За звено севооборота	9,8	10,3	10,6	11,3	9,1	9,5	9,6	10,4
Энергоемкость основной продукции, ГДж/тыс. т к.ед.								
Овес + клевер + тимофеевка.	3,8	3,8	3,7	3,1	4,4	3,8	3,9	3,5
Бобово-злаковые 1-го г. п.	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
Бобово-злаковые 2-го г. п.	1,2	1,1	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9
За звено севооборота	1,9	1,9	1,8	1,6	2,0	1,8	1,8	1,7
Рентабельность производства, %								
Овес + клевер + тимофеевка.	133	140	150	159	101	130	135	141
Бобово-злаковые 1-го г. п.	157	181	165	199	184	186	180	193
Бобово-злаковые 2-го г. п.	151	175	179	195	145	174	172	192
За звено севооборота	147	165	165	184	143	163	162	175

Заключение. При использовании в технологических операциях при возделывании кормовых культур на дерново-подзолистой почве в условиях Новгородской области биоудобрений Азотовит и Фосфатовит и при внесении комплексных минеральных удобрений на расчетный урожай увеличивается продуктивность кормовых культур за звено севооборота на 43 % (по сравнению с вариантом 1), а производственная прибыль превышает 180 %.

Биоудобрения Азотовит и Фосфатовит необходимо применять двукратно: протравливание семенного материала – по 2 л/т каждого препарата и некорневая обработка – зерновых в фазу кущения, многолетних бобово-злаковых трав при высоте растений до 30 см – по 1 л/га каждого препарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будилов А. П. Возделывание зерновых и зернобобовых культур на корм и зернофураж в Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 2 (80). С. 108–115.
2. Гриценко В. В., Долгодворов В. Е. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1986. С. 28–30.
3. Демьянова Н. И., Елисеева Л. В. Эффективность подкормок Азотовитом и Фосфатовитом на овсе // Молодежь и инновации : материалы XV Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, 14–15 марта 2019. Чебоксары, 2019. С. 42–45.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по Требованию, 2013. С. 248–255.
5. Кокорина А. Л. Пути биологизации технологий в растениеводстве // Материалы научной сессии Северо-Западного научного центра РАСХН, 11–12 июля 2001. СПб.; Пушкин. С. 79–80.
6. Корягин Ю. В., Корягина Н. В., Галиуллин А. А., Левина И. Е. Действие биологических бактериальных препаратов на продуктивность растений овса // Сурский вестник. 2018. № 4 (4). С. 34–37.
7. Корягин Ю. В., Корягина Н. В., Галиуллин А. А. Бактериальные препараты и продуктивность растений овса // Агротехнологические основы технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Пенза, 2019. С. 94–107.





8. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / РАСХН; Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. Курск: Изд. центр «ЮМЭКС», 1999. 48 с.
9. Методические указания и нормативные материалы для разработки проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Северо-Западном регионе РФ / Агрофизический научно-исследовательский институт (АФИ). СПб., 2004. С. 66–68.
10. Плескачев Ю. Н., Роменская О. Н. Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на продуктивность картофеля в Нижнем Поволжье // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 24–26.
11. Покровская Е. В., Ефимова В. С. Динамика плодородия почв Новгородской области // Плодородие. 2003. № 2(11). С. 13–14.
12. Семинченко Е. В. Урожайность севооборотов в зависимости от приемов биологизации // Аграрная наука. 2021. № 1. С. 121–124.
13. Технология выращивания овса. URL: <http://agro-portal.su> (дата обращения 25.01.2023).
14. Тиранова Л. В. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на качество кормов и плодородие почвы в Новгородской области // Плодородие. 2022. № 2. С. 26–29.
15. Тошина Е. А., Амбарцумова К. А. Однолетние бобовые как источник решения проблемы кормового белка для сельскохозяйственных предприятий Новгородской области // Наука, бизнес, власть-триада регионального развития; сб. ст. СПб.: ГРИИ «Нацразвитие», 2019. С. 163–167.
16. Tiranov A. B., Tiranova L. V. The effect of Azotovit and Phosphatovit on the yield of vetch oats // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management”. 2020. P. 012149.
17. Influence of azotovite and phosphatovite on the productivity of oats and the fertility of sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region / A. B. Tiranov et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «Innovative Technologies in Agroindustrial, Forestry and Chemical Complexes and Environmental Management, ITAFCEM 2021». 2021. P. 012105.

REFERENCES

1. Budilov A. P. Cultivation of grain and leguminous crops for fodder and grain fodder in the Orenburg region. *Bulletin of Beef Cattle Breeding*. 2013;2(80):108–115. (In Russ.).
2. Gricenko V. V., Dolgodvorov V. E. Fundamentals of crop yield programming. Moscow: Agropromizdat; 1986: P. 28–30. (In Russ.).
3. Demyanova N. I., Eliseeva L. V. The effectiveness of fertilizing with Azotovite and Phosphatovite for everything. In the collection: Youth and innovations. Materials of the XV All-Russian Scientific and Practical Conference of Young scientists, postgraduates and students, March 14–15, 2019. Cheboksary; 2019. P. 42–45. (In Russ.).
4. Dospekhov B. A. Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results. Moscow: Book on Demand; 2013. P. 248–255. (In Russ.).
5. Kokorina A. L. Ways of biologization of technologies in crop production. Materials of the scientific session of the North-Western Scientific Center of RASKHN, on July 11–12. 2001. SPb. P. 79–80. (In Russ.).
6. Koryagin Yu. V., Koryagina N. V., Galiullin A. A., Levina I. E. The effect of biological bacterial preparations on the productivity of oat plants. *Sursky Bulletin*. 2018;4(4):34–37. (In Russ.).
7. Koryagin Yu. V., Koryagina N. V., Galiullin A. A. Bacterial preparations and productivity of oat plants. *Agrotechnological bases of technologies of cultivation of agricultural crops*. Penza; 2019. P. 94–107. (In Russ.).
8. Methodology of resource and environmental assessment of the efficiency of agriculture on a bioenergy basis / RASKHN. All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Protection from Erosion. Kursk: Izd. centr «YuME'KS»; 1999. 48 p. (In Russ.).
9. Methodological guidelines and normative materials for the development of projects of adaptive landscape farming systems in the North-Western region of the Russian Federation / Agrophysical Research Institute (API). St. Petersburg; 2004. P. 66–68. (In Russ.).
10. Pleskachev Yu. N., Romenskaya O. N. Influence of microbiological fertilizers Azotovite and Phosphatovite on potato productivity in the Lower Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;(1):24–26. (In Russ.).
11. Pokrovskaya E. V., Efimova V. S. Dynamics of soil fertility in the Novgorod region. *Fertility*. 2003;2(11):13–14. (In Russ.).
12. Seminchchenko E. V. Crop rotation productivity depending on biologization techniques. *Agricultural science*. 2021;(1):121–124. (In Russ.).
13. Technology of growing oats. URL: <http://agro-portal.su> (accessed 25.01.2023). (In Russ.).
14. Tiranova L. V. Influence of microbiological and mineral fertilizers on feed quality and soil fertility in the Novgorod region. *Fertility*. 2022;(2):26–29. (In Russ.).
15. Toshina E. A., Ambartsumova K. A. Annual legumes as a source of solving the problem of feed protein for agricultural enterprises of the Novgorod region. Collection of articles: “Science, business, power-the triad of regional development” St. Petersburg: GRI “National Development”; 2019. P. 163–167. (In Russ.).
16. Tiranov A. B., Tiranova L. V. The effect of Azotovit and Phosphatovit on the yield of vetch oats. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management”. 2020. P. 012149. (In Russ.).
17. Tiranov A.B., Tiranova L.V., Grigoriev A.V., Sevostyanova N.N., Yakovleva V.A. Influence of azotovite and phosphatovite on the productivity of oats and the fertility of sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region / A. B. Tiranov et al. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «Innovative Technologies in Agroindustrial, Forestry and Chemical Complexes and Environmental Management, ITAFCEM 2021». 2021. P. 012105. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 21.02.2023; одобрена после рецензирования 16.03.2023; принята к публикации 29.03.2023.
The article was 21.02.2023; approved after 16.03.2023; accepted for publication 29.03.2023.