

УДК 631.86:631.452

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-79-83

А.Б. Тиранов, ✉
А.В. Григорьев*Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук – филиал Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Санкт-Петербургского федерального**исследовательского центра Российской академии наук, п/о Борки, Новгородская обл., Российская Федерация*

✉ zevs1947@yandex.ru

Поступила в редакцию:
05.04.2022Одобрена после рецензирования:
26.08.2022Принята к публикации:
16.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-79-83

Alexander. B. Tiranov, ✉
Alexander V. Grigoriev*Novgorod Research Institute of Agriculture – branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Boriki village, Novgorod region, Russian Federation*

✉ zevs1947@yandex.ru

Received by the editorial office:
05.04.2022Accepted in revised:
26.08.2022Accepted for publication:
16.09.2022

Влияние биологических приёмов в звене кормового севооборота на продуктивность и плодородие почвы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Новые биоудобрения Азотовит и Фосфатовит не загрязняют почву и дают существенную экономию при комбинированном внесении традиционными удобрениями веществами. Исследования по применению Азотовита и Фосфатовита в условиях Новгородской области на дерново-подзолистой почве в улучшенных кормовых севооборотах ранее не проводились, поэтому исследования по изучению влияния Азотовита и «Фосфатовита совместно с минеральными удобрениями в улучшенных севооборотах является актуальным.

Методы. Представлены результаты исследований двухфакторного полевого опыта, проведенного в 2019–2021 гг. на дерново-подзолистой почве в условиях Новгородской области, по изучению влияния на урожайность и питательность кормовых культур трёх способов использования Азотовита (А) и Фосфатовита (Ф) — фактора Н— и минеральных удобрений в полных дозах под запрограммированный урожай (фон 1) и в дозах, уменьшенных на 50% (фон 2) (фактор В) в звене кормового севооборота: яровой рапс на сидерат; озимая рожь и яровой ячмень на зерно. Использование пожнивно-корневых остатков, сидератов и соломы зерновых служит основой, обеспечивающей повышение плодородия почв.

Результаты. Установили, что внесение полного минерального удобрения в расчёте на планируемый урожай, двукратное использование Азотовита и Фосфатовита в технологических операциях — протравливание семенного материала (по 2 л/т каждого препарата) и некорневое опрыскивание растений в период до 30 см (по 1 л/га каждого препарата) — обеспечило высокую продуктивность сидерата (38,2 т/га), зерна озимой ржи (7,1 т/га) и ярового ячменя (4,1 т/га); получено переваримое протеина 0,65 и 0,34 т/га, при этом низкая энергоёмкость производства зерновых (менее 3,0 ГДж/т) сочетается с высокой энергетической эффективностью производства — 5,8 единиц. Использование сидерата и соломы зерновых в качестве органических удобрений позволило повысить плодородие почвы в среднем за звено севооборота по всем вариантам опыта более чем на 47 ГДж/га.

Ключевые слова: звено севооборота, Азотовит, Фосфатовит, солома, сидерат, урожайность, плодородие почвы, энергоёмкость

Для цитирования: Тиранов А.Б., Григорьев А.В. Влияние биологических приёмов в звене кормового севооборота на продуктивность и плодородие почвы. *Аграрная наука*. 2022; 362 (9): 79–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-79-83>

© Тиранов А.Б., Григорьев А.В.

The influence of biological techniques in the feed crop rotation link on soil productivity and fertility

ABSTRACT

Relevance. New fertilizers Azotovite and Phosphatovite do not pollute the soil and provide significant savings when applying in combination with traditional fertilizers. Studies on the use of Azotovite and Phosphatovite in the conditions of the Novgorod region on sod-podzolic soil in improved fodder crop rotations have not yet been conducted, therefore research on the influence of Azotovite and Phosphatovite together with mineral fertilizers in improved crop rotations is relevant.

Methods. The results of studies of two-factor field experiment, carried out in 2019–2021 on sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region, are presented to study the influence on the yield and nutritional value of forage crops of three methods of using Azotovite (A) and Phosphatovite (P) — factor H— and mineral fertilizers in full dosages for a programmed yield (background 1) and in dosages, reduced by 50% (background 2) (factor B) in the feed crop rotation link: spring rapeseed for siderate; winter rye and spring barley for grain. The use of crop-root residues, siderates and grain straw serves as a basis for increasing soil fertility.

Results. It was established that the introduction of a complete mineral fertilizer based on the planned harvest, the double use of Azotovite and Phosphatovite in technological operations — etching of seed material (by 2 l/t of each preparation) and non-root spraying of plants in the period up to 30 cm (by 1 l/ha of each preparation) — provided high productivity of siderate (38.2 t/ha), grain of winter rye (7.1 t/ha) and spring barley (4.1 t/ha); digestible protein amount 0.65 and 0.34 t/ha was obtained, low energy intensity of grain production (less than 3.0 GJ/t) is combined with high energy efficiency of production — 5.8 units. The use of siderate and grain straw as organic fertilizers allowed to increase soil fertility on average per crop rotation link for all variants of the experiment by more than 47 GJ/ha.

Key words: crop rotation link, Azotovite, Phosphatovite, straw, siderate, yield, soil fertility, energy intensity

For citation: Tiranov A.B., Grigoriev A.V. The influence of biological techniques in the feed crop rotation link on soil productivity and fertility. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 79–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-79-83> (In Russian).

© Tiranov A.B., Grigoriev A.V.

Введение / Introduction

В настоящее время микробиологическим удобрениям принадлежит особая роль в биологизации земледелия. Они обогащают почву биологическим азотом, активизируют процессы разложения труднорастворимых фосфорорганических и калийсодержащих соединений в почве, повышают усвояемость минеральных удобрений и урожайность сельскохозяйственных культур. Исследования с микробиологическими удобрениями проводились в различных регионах РФ и они показали высокую эффективность [1–7].

Компания «Промышленные инновации» является одним из отечественных разработчиков и производителей удобрений нового поколения Азотовит и Фосфатовит. Микробиологические удобрения Азотовит и Фосфатовит высокотехнологичны, устойчивы к агрессивному воздействию компонентов баковой смеси. Совместное применение минеральных удобрений с микробиологическими удобрениями и в баковых смесях, а также низкие цены на биопрепараты позволяют добиться высокой экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

В Новгородской области на дерново-подзолистых почвах (83% от площади пашни) с 2019 г. проводятся исследования по влиянию микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита в комбинации с минеральными удобрениями на урожайность сельскохозяйственных культур в улучшенных кормовых севооборотах [7, 8].

Цель исследований — и изучить влияние комплексного использования новых микробиологических удобрений и полных доз минеральных удобрений, а также альтернативных органических удобрений на продуктивность звена улучшенного кормового севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились в 2019–2021 гг. в двухфакторном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в звене севооборота с содержанием подвижного фосфора 245–260 мг/кг, обменного калия — 2 35–250 мг/кг (по Кирсанову), гумуса — 2,9–3,2% (по Тюрину), и $pH_{\text{сол}}$ — 5,9. Чередуемость культур в звене кормового севооборота: яровой рапс на сидерат; озимая рожь на зерно; яровой ячмень на зерно.

В опыте изучали следующие факторы.

Фактор В — минеральное удобрение под прогнозируемый урожай: V_1 — полныерасчётные дозы под урожай: сидерата (ярового рапса) — 25 т/га $N_{98}P_{96}K_{110}$, зерна озимой ржи — 3,5 т/га $N_{25}P_0K_8$, ячменя на зерно — 3,0 т/га $N_{40}P_5K_8$; V_2 — дозы минеральных удобрений под урожай культур — 1/2 от значений V_1 .

Фактор Н — способы применения микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита: H_0 — контроль без Азотовита и Фосфатовита; H_1 — обработка семенного материала перед посевом (А + Ф по 2 л/т каждого препарата); H_2 — некорневая обработка посевов при высоте растений до 30 см (А + Ф по 1 л/га каждого препарата); H_3 — сочетание H_1 + H_2 .

Схема опыта 2×4: 1) V_1 — фон 1; 2) фон 1 + обр. семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т); 3) фон 1 + некорневая (нек.) обр. А (1,0 л/га) + Ф (1 л/га); 4) фон 1 + обр. семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т) + нек. обр. А (1,0 л/га) + Ф (1 л/га); 5) V_2 — фон 2; 6) фон 2 + обр. семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т); 7) фон 2 + нек. обр. А (1,0 л/га) + Ф (1 л/га); 8)

фон 2 + обр. семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т) + нек. обр. А (1,0/га) + Ф (1 л/га).

Опыт закладывали в севообороте с последовательным введением одной культуры в трёхкратной повторности с размером делянок 100 м². Размещение делянок рендомизированное. Делянки делили пополам, площадь учётной делянки по факторам В и Н — 25 м². На одной половине делянки высевали семена исследуемых культур, обработанные только фунгицидом, на другой части делянки перед посевом семена обрабатывали в баковой смеси: протравитель + микробиологические удобрения (по 2 л/т каждого препарата). Посев возделываемых культур проводили в оптимальные сроки с нормами посева: рапс на сидерат с. Оредеж — 2–3 млн штук всхожих семян на гектар; озимую рожь с. Волхова, яровой ячмень с. Суздавец — 5,5 млн шт. всхожих семян на гектар. Минеральные удобрения рассчитывали на планируемую урожайность балансовым методом с учётом доступных макроэлементов в почве и используемых органических удобрений (сидерата и соломы зерновых) [9]. По данным Новгородского НИИСХ, с 1 т урожая зерна с учётом побочной продукции при выращивании озимой ржи выносятся 20 кг азота, ячменя — 19 кг; азот является лимитирующим фактором при возделывании зерновых. При урожайности 3,5 т/га зерна озимой ржи необходимо внести азота 70 кг/га в д.в., включая содержание азота в пахотном слое почвы зелёной массы рапса, запаханного в почву, в которой в среднем содержалось 87 кг/га азота (коэффициент использования азота из сидерата в первый год — 50%) [10]. В фазу кущения зерновых культур и в фазы роста растений рапса листообразование — стебление проводили некорневую обработку посевов микробиологическими удобрениями (варианты 3, 4, 7, 8) — А (1 л/га) + Ф (1 л/га) штанговым опрыскивателем ОПШ-16 с расходом воды 200 л/га. Использовали для протравливания семян рапса и зерновых фунгицид Витавакс 200, СП (375 + 375 г/кг) по 3 кг/т (10 л/т рабочего раствора). Для борьбы с двудольными сорняками в посевах зерновых применяли гербицид Агритокс, ВК (500 г/л) — 1,2 л/га.

Яровой рапс (сидерат) скашивали в фазу полного цветения, затем измельчали дисковой бороной с одновременной заделкой в почву на глубину до 12 см. В зелёной массе сидерата высокое содержание азота (1,9% в расчёте на воздушно-сухое вещество) и узкое соотношение С:N. Солому использовали как альтернативу традиционным органическим удобрениям. Это хороший питательный субстрат для почвенной микрофлоры, и её положительное влияние проявляется и на последующей культуре севооборота [11]. Её измельчали непосредственно при обмолоте зерна комбайном. После разбрасывания соломы вносили азотные удобрения в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы и поле обрабатывали тяжёлой дисковой бороной на глубину 10–12 см.

В периоды роста и развития ярового рапса, озимой ржи и ярового ячменя погодные условия сложились вполне благоприятные. В 2019 г. гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) [12] в мае и июне в среднем составил 1,7 и 1,3 единицы, что положительно повлияло на урожай зелёной массы рапса. Продолжительность периода активной вегетации озимой ржи осенью составила 57 дней и фазы развития всходы — кущение были достаточно обеспечены влагой и теплом. ГТК за период с мая по июль 2020 г. равен 1,3 единицы, что положительно повлияло на урожай зерна озимой ржи.

Фазы развития ячменя всходы — кущение проходили при благоприятных погодных условиях, ГТК в этот пери-

од составил 1,7 единиц. Раннее и дружное появление всходов имело большое значение для формирования урожая ярового ячменя. В годы исследований средний ГТК за вегетацию равнялся 1,3; 1,3 и 1,4 ед.

Учёт урожая возделываемых культур проводили по пробным снопам: яровой рапс собирали в фазу полного цветения, зерновые — в фазу полной спелости зерна.

Результаты исследований обрабатывали дисперсионным [13] и ресурсно-экологическим методами [14].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Наибольшую урожайность возделываемых культур в звене сидерального севооборота получили в варианте 4 (сидерата 38,2 т/га, зерна оз. ржи — 7,1 т/га, и ячменя — 4,1 т/га) при использовании минеральных удобрений в расчёте на планируемую урожайность и двукратном применении Азотовита и Фосфатовита (таблица 1), что согласуется с результатами исследований [15–18].

Увеличение урожайности возделываемых культур при использовании микробиологических удобрений по отношению к фонам 1 и 2 было практически одинако-

вым: у ярового рапса оно составило 3,0–5,4 т/га, у зерновых — 0,4–1,4 т/га, и не зависело от вносимых доз минеральных удобрений.

Для развития отрасли животноводства в Новгородской области и повышения её эффективности необходимо повышать качество кормов, и прежде всего выход протеина с гектара [19]. При использовании в технологических операциях Азотовита и Фосфатовита однократно выход кормов по отношению к фонам 1 и 2 с гектара повысился на 0,5–0,8 т в вариантах 2–3 и 5–6, при двукратном применении — на 1,3 т в вариантах 4 и 8 (таблица 2). Наибольший выход переваримого протеина в одном килограмме зерна составил 74,9 г и получен при внесении под зерновые доз минеральных удобрений на программируемый урожай и двукратном применении в технологических операциях микробиологических удобрений.

Лучшие энергетические и экономические показатели при выращивании зерна озимой ржи и ярового ячменя в среднем за звено севооборота получили в варианте 4 при внесении минеральных удобрений с учётом планируемого урожая, обработке семян перед посевом микробиологическими удобрениями и некорневой обработке в фазу кущения. Продуктивность с га составила 5,6 т зерна при низкой удельной энергоёмкости производства основной продукции (2,8 ГДж/т) и высокой энергетической эффективности (5,8 ед.), рентабельности производства 163% и условно чистой прибыли 42 тыс. руб./га (в ценах 2019 г.).

В звене кормового севооборота первую культуру (яровой рапс) использовали как сидерат. При запаривании зелёной массы сидерата в почву поступило азота от 78 до 109 кг/га, P₂O — от 41 до 57 кг/га, K₂O — от 151 до 210 кг/га. Коэффициент использования азота из зелёного удобрения в первый год в 2 раза выше, чем из навоза, и составляет 50% [10]. Солому озимой ржи и ярового ячменя в звене севооборота использовали как альтернативу традиционным органическим удобрениям. По данным Новгородско-

Таблица 1. Урожайность культур в звене сидерального севооборота в зависимости от комплексного действия удобрений за 2019–2021 гг. (т с 1 га)

Table 1. Crop yield in the sidual crop rotation link depending on the complex effect of fertilizers for 2019–2021 (t per 1 ha)

№ варианта	Фактор В	Фактор Н	Урожайность		
			яровой рапс, сидерат	озимая рожь на зерно	ячмень на зерно
1	В ₁ N ₁ P ₁ K ₁ фон 1	H ₀	33,0	5,8	2,8
2		H ₁	36,1	6,3	3,2
3		H ₂	36,0	6,4	3,3
4		H ₃	38,2	7,1	4,1
5	В ₂ N ₂ P ₂ K ₂ фон 2	H ₀	27,4	5,0	2,1
6		H ₁	30,4	5,5	2,6
7		H ₂	31,0	5,8	2,7
8		H ₃	32,4	6,4	3,4
Фактор В НСР ₀₅			1,2	0,3	0,2
Фактор Н НСР ₀₅			1,3	0,4	0,2
НСР ₀₅ для сравнения частных средних			2,3	0,6	0,4

Таблица 2. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на кормовые качества и энерго-экономические показатели зерновых культур в среднем за 2020–2021 гг.

Table 2. Effect of microbiological and mineral fertilizers on feed qualities and energy-economic indicators of grain crops on average for 2020–2021

Вариант	Урожайность, т/га	Сухого вещества, т/га	Переваримого протеина, т/га	Энергоёмкость основной продукции, ГДж/т	Энергетическая эффективность, ед.	Рентабельность, %	Условно чистая прибыль*, тыс. руб./га
1	4,3	3,5	0,37	3,4	4,6	135	30
2	4,8	4,0	0,41	3,2	4,9	149	34
3	4,9	4,1	0,43	3,1	5,1	140	35
4	5,6	4,8	0,50	2,8	5,8	163	42
5	3,6	2,9	0,30	3,3	4,6	113	23
6	4,1	3,4	0,34	3,1	5,1	133	28
7	4,2	3,5	0,37	3,0	5,2	127	29
8	4,9	4,0	0,43	2,9	5,6	150	37

Примечание: * — в ценах 2019 г.

го НИИСХ, с 1 т соломы оз. ржи выносятся азота 4,3 кг, фосфорного ангидрида — 1,7 кг, окиси калия — 7,7 кг; с ячменной соломой — 4,1; 3,6; 8,1 кг/т соответственно.

Баланс гумуса почвы в среднем за звено севооборота по вариантам 1–8 положительный и составил: 65; 71; 69; 83; 47; 58; 62; 70 ГДж/га, что подтверждается проведенными исследованиями [20].

Выводы / Conclusion

Для повышения продуктивности зерновых культур и плодородия дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области в звене улучшенного кормового севооборота необходимо использовать в технологических операциях новые микробиологические удобрения Азотовит и Фосфатовит двукратно (протравливать се-

менной материал перед посевом совместно с фунгицидом из расчета 2 л/т каждого препарата и проводить некорневую обработку посевов — зерновых в фазу кущения, ярового рапса — в фазы листообразование — стеблевание — из расчета 1 л/га каждого препарата). В качестве предшественника под зерновые следует использовать яровую рапс на сидерат, что увеличивает урожайность зерновых в среднем на 30%. Под возделываемые культуры необходимо вносить минеральные удобрения в расчете на планируемый урожай.

При использовании указанной технологии энергоёмкость производства 1 т зерновых составляет менее 3,0 ГДж, рентабельность производства — более 160%, плодородие почвы повышается в среднем за звено севооборота более чем на 80 ГДж/га.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Резанова Г.И., Иванченко Т.В. Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на развитие и продуктивность зерновых культур. // *Научно-аграрный журнал*. 2012; 1 (90): 15-21.
2. Чамурлиев Г.О., Фефилова Л.А. Влияние обработки почвы и бактериальных удобрений на продуктивность ярового ячменя. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрария и животноводство*. 2018; 13 (2): 93-102.
3. Юдина И.Н., Попова Л.Д. Влияние бактериальных удобрений Азотовит и Фосфатовит на урожайность зерна ячменя в условиях Калужской области. *Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием*. Под редакцией В.Н. Мазурова. 2019: 208-211.
4. Плескачев Ю. Н., Роменская О. Н. Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на продуктивность картофеля в Нижнем Поволжье. *Аграрный научный журнал*. 2018; 1: 24-26.
5. Тупицина В. В., Резанова В. И. Влияние баковых смесей современных препаратов на продуктивность и качество ярового ячменя. *Вестник Прикаспия*. 2016; 2 (13): 28-32.
6. Ivanova I., Ilina S., Dementiev D. Influence of microbiological preparations on spring wheat yield. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: *Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020: 52001.
7. Тиранова Л. В. Влияние способов применения Азотовита и Фосфатовита на урожайность озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области. *Плодородие*. 2021; 2 (119): 38-41.
8. Тиранов А.Б. Влияние микробиологических удобрений на урожайность ярового рапса и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области. *Плодородие*. 2020; 2 (113): 43-46.
9. Гриценко В.В., Долгодворов В.Е. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. М.: *Агропромиздат*; 1986: 28-30.
10. Новоселов С.И., Толмачев Н.И., Еремеев Р.В. Эффективность сидеральных удобрений при возделывании озимой ржи. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017; 3 (3): 31-35.
11. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры – важный элемент интенсивных зональных систем земледелия. Аграрные основы специальных севооборотов. – М.: *ВО «Агропромиздат»*; 1986: 29-41.
12. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечернозёмная зона Европейской части РСФСР. / Под редакцией И.Г. Грингофа. Ленинград: *Гидрометеиздат*; 1986: 190-91.

REFERENCES

1. Rezanova G.I., Ivanchenko T.V. Influence of microbiological fertilizers Azotovite and Phosphatovite on the development and productivity of grain crops. *Scientific and Agronomic Journal*. 2012; 1 (90): 15-21. (In Russian).
2. Chmurliiev G.O., Feofilova L.A. The effect of tillage and bacterial fertilizers on the productivity of spring barley. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*. 2018; 13 (2): 93-102. (In Russian).
3. Yudin I.N., Popova L.D. The effect of bacterial fertilizers Azotovite and Phosphatovite on the yield of barley grain in the Kaluga region. *Collection of scientific papers based on the materials of a scientific and practical conference with international participation*. Edited by V.N. Mazurov. 2019: 208-211. (In Russian).
4. 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 Russian).
5. Tupicina V. V., Rezanova V. I. Influence of tank mixtures of modern preparations on productivity and quality of spring barley. *Bulletin of the Caspian Sea*. 2016; 2(13): 28-32. (In Russian).
6. Ivanova I., Ilina S., Dementiev D. Influence of microbiological preparations on spring wheat yield. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: *Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020: 52001.
7. Tiranova L. V. Influence of methods of application of Azotovite and Phosphatovite on the yield of winter rye and the fertility of sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region. *Fertility*, 2021; 2 (119): 38-41. (In Russian).
8. Tiranov A.B. The influence of microbiological fertilizers on the yield of spring rapeseed and the fertility of sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region. *Fertility*, 2020; 2 (113): 43-46. (In Russian)
9. Gricenko V.V., Dolgodvorov V.E. Fundamentals of crop yield programming. Moscow: *Agropromizdat*; 1986: 28-30. (In Russian).
10. Novoselov S.I., Tolmachev N.I., Eremeev R.V. The effectiveness of sideral fertilizers in the cultivation of winter rye. *Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy*. 2017; 3 (3): 31-35. (In Russian)
11. Loshakov V.G. Intermediate crops – an important element of intensive zonal farming systems / Agronomic foundations of special crop rotations. – М.: *VO «Agropromizdat»*; 1986: 29-41. (In Russian).
12. Agronomist's Handbook of Agricultural Meteorology. Non-chernozem zone of the European part of the RSFSR. / Edited by I.G. Gringofa. Leningrad: *Hydrometeoizdat*; 1986: 190-91. (In Russian).

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и допол., стереотип. изд. М.: Альянс. 2014. 351 с.

14. 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.

15. Ващенко А. В., Каменев Р. А., Солодовников А. П. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на чернозёме обыкновенном. *Аграрный научный журнал*. 2020; 1: 4-8.

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: 012149.

17. Менькина Е.А. Влияние последствия разных доз минеральных удобрений на численность эколого-трофических групп микроорганизмов. *Аграрная наука*. 2021; 3: 95-97.

18. Семинченко Е.В. Урожайность севооборотов в зависимости от приемов биологизации. *Аграрная наука*. 2021; 1: 121-124.

19. Будилов А. П. Возделывание зерновых и зернобобовых культур на корм и зернофураж в Оренбургской области. *Вестник мясного скотоводства*. 2013; 2 (80): 108-115.

20. Тиранова Л. В. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на качество кормов и плодородие почвы в Новгородской области. *Плодородие*. 2022; 2: 26-29.

13. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., reprint. and add., stereotype. ed. M.: Alliance. 2014. 351 p. (In Russian).

14. 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. Izd. centr «YUMÉKS». 1999. 48 p. (In Russian).

15. Vashchenko A. V., Kamenev R. A., Solodovnikov A. P. Application of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflower on ordinary chernozem. *Agrarian Scientific Journal*. 2020; 1: 4-8. (In Russian).

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: 012149.

17. Men'kina E.A. The effect of the aftereffect of different doses of mineral fertilizers on the number of ecological and trophic groups of microorganisms. *Agrarian Science*. 2021; 3: 95-97. (In Russian).

18. Seminchenko E.V. Crop rotation productivity depending on biologization techniques. // *Agricultural science*. 2021; 1: 121-124. (In Russian).

19. Budilov A. P. Cultivation of grain and leguminous crops for fodder and grain fodder in the Orenburg region. *Vestnik myasnogo skotovodstva*. 2013; 2 (80): 108-115. (In Russian).

20. 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 Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Александр Борисович Тиранов, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и земледелия Новгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиал Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук, д. 2, ул. Парковая, д. Борки, Новгородский р-он, Новгородская обл., 173516, Российская Федерация
E-mail: zevs1947@yandex.ru
<https://orcid.org/000-0003-0277-3771>

Александр Владимирович Григорьев, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и земледелия Новгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиал Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук, д. 2, ул. Парковая, д. Борки, Новгородский р-он, Новгородская обл., 173516, Российская Федерация
E-mail: sashagr0003@mail.ru
<https://orcid.org/000-0002-6093-0045>

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Borisovich Tyranov, Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Agrochemistry and Agriculture of the Novgorod Research Institute of Agriculture – Branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2, Parkovaya str., Borki Village, Novgorodsky District, Novgorod Region, 173516, Russian Federation
E-mail: zevs1947@yandex.ru
<https://orcid.org/000-0003-0277-3771>

Alexander Vladimirovich Grigoriev, Senior Researcher at the Laboratory of Agrochemistry and Agriculture of the Novgorod Research Institute of Agriculture – Branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2, Parkovaya str., Borki Village, Novgorodsky District, Novgorod Region, 173516, Russian Federation
E-mail: sashagr0003@mail.ru
<https://orcid.org/000-0002-6093-0045>



**AQUA
PRO EXPO**

Международная выставка
оборудования и технологий добычи,
разведения и переработки рыбы
и морепродуктов

11-13 апреля 2023
Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Организатор:



+7 (495) 320-80 41
info@aquaproexpo.ru

Забронируйте стенд
aquaproexpo.ru