

УДК 633.14:631.895

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-81-83>

Краткий обзор/Brief review

**Тиранова Л.В.,
Тиранов А.Б.**

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (филиал — Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства), 173516, Новгородская обл., Новгородский р-он, п/о Борки, ул. Парковая, д. 2.
E-mail: zevs1947@yandex.ru.

Ключевые слова: озимая рожь; Азотовит; Фосфатовит; урожайность; энергоёмкость

Для цитирования: Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Эффективность комплексного использования минеральных и микробиологических удобрений на урожайность озимой ржи в условиях Новгородской области. *Аграрная наука*. 2021; 345 (2): 81–83.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (филиал — Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства) (тема № 0681-2019-0001, рег. № НИОКТР АААА-А19-119082290041-7).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-81-83>**Конфликт интересов отсутствует****Ludmila V. Tiranova,
Alexander. B. Tiranov**

Novgorod Research Institute of Agriculture — branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 173516, Novgorod region, Novgorodsky district, Borki village, Parkovaya str., 2.
E-mail: zevs1947@yandex.ru.

Key words: winter rye; Azotovit; Phosphatovite; yield; energy consumption

For citation: Tiranova LV., Tiranov A.B. Efficiency of integrated use of mineral and microbiological fertilizers on winter rye yield in the Novgorod region. *Agrarian Science*. 2021; 345 (2): 81–83. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-81-83>**There is no conflict of interests**

Эффективность комплексного использования минеральных и микробиологических удобрений на урожайность озимой ржи в условиях Новгородской области

РЕЗЮМЕ

В результате научно-исследовательского эксперимента установили, что наибольшая урожайность зерна озимой ржи 7,3 и 6,3 т/га и переваримого протеина 0,66 и 0,57 т/га получены при внесении доз минеральных удобрений в расчете на планируемую урожайность (фон 1) и уменьшенную на 50% (фон 2) по отношению к фону 1 и двукратном использовании микробиологических удобрений: в баковой смеси с пестицидом при протравливании семян по 2,0 л/т и некорневой обработке посевов в фазы кущение–выход в трубку при высоте растений до 30 см по 1 л/га каждого препарата. Использование Азотовита и Фосфатовита дважды в технологических операциях позволило получить дополнительный урожай зерна озимой ржи 2,4 и 2,1 тонн с гектара (более 48%) по отношению к фонам 1 и 2 соответственно. Высокая урожайность зерна и низкая стоимость микробиологических удобрений, а также их совместное использование в баковых смесях с пестицидами обеспечили высокие энерго-экономические показатели технологий возделывания озимой ржи: низкую энергоёмкость производства тонны зерна (менее 2,4 ГДж), высокий коэффициент энергетической эффективности (более 7,2 единиц), рентабельность производства более 170%.

Efficiency of integrated use of mineral and microbiological fertilizers on winter rye yield in the Novgorod region

ABSTRACT

As a result of the research experiment it was established that the highest yield of winter rye grain of 7.3 and 6.3 t/ha and digestible protein of 0.66 and 0.57 t/ha were obtained when applying doses of mineral fertilizers based on the planned yield (background 1) and reduced by 50% (background 2) in relation to background 1 and double use of microbiological fertilizers: in a tank mixture with a pesticide when etching seeds of 2.0 l/t and non-root treatment of crops in the tillering — exit phase at plant height up to 30 cm of 1 l/ha of each preparation. The use of Azotovite and Phosphatovite twice in technological operations allowed to obtain an additional yield of winter rye grain of 2.4 and 2.1 tons per hectare (more than 48%) in relation to backgrounds 1 and 2 respectively. High grain yield and low cost of microbiological fertilizers, as well as their combined use in tank mixtures with pesticides, provided high energy-economic indicators of winter rye cultivation technologies: low energy intensity of production of a ton of grain (less than 2.4 GJ), high energy efficiency coefficient (more than 7.2 units), production profitability of more than 170%.

Поступила: 11 ноября
После доработки: 18 февраля
Принята к публикации: 19 февраля

Received: 11 November
Revised: 18 February
Accepted: 19 February

Введение

Озимая рожь — одна из важнейших зерновых культур в Российской Федерации. Более 80% площади ее посевов находятся в Нечерноземной зоне [1]. Эта культура имеет большое агротехническое значение как ценный предшественник для зерновых культур и хорошая покровная культура для многолетних трав. Она хорошо приспосабливается к условиям выращивания и отличается сравнительно невысокими требованиями к питательным элементам почвы [2].

Наибольшее расширение посевных площадей в 2020 году в Российской Федерации коснулось льна масличного и ржи. Рожь по приросту площадей к 2019 году на втором месте — 16,2% [3]. Под зерновыми озимыми культурами в Северо-Западном регионе в 2018 году было более 500 тыс. га и в последние годы под озимыми культурами площади посевов увеличиваются, в том числе и под посевами озимой ржи. Это связано с развитием отрасли животноводства в Северо-Западном регионе, в которой приоритет отдается молочному животноводству и птицеводству и созданию собственной кормовой базы [4].

Зерно ржи обладает высокими мукомольно-хлебопекарными качествами, уступая в этом отношении лишь зерну пшеницы. Наряду с широким продовольственным использованием рожь в виде цельного и дробленого зерна (дерти, кормовой муки и отрубей) находит применение и в качестве концентрированного корма в животноводстве [5].

Почвы Новгородской области в основном дерново-подзолистые (84% от площади пашни) [6]. В полевых опытах на дерново-подзолистой почве изучили влияние способов применения новых микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита на двух фонах минерального питания в агротехнологиях по возделыванию озимой ржи на зерно по занятому викоовсяному пару, используемому на сидерат.

Азотовит и Фосфатовит — альтернативные источники питания растений, которые не только обеспечивают их необходимыми питательными веществами, но и увеличивают эффективность потребления минеральных удобрений, предотвращая потери технического азота. Уникальность препарата Азотовит в том, что бактерии его в составе фиксируют из воздуха от 20 до 100 кг/га молекулярного азота за сезон, переводя его в доступную для растений аммонийную и нитратную формы. При внесении в почву, например, одного центнера на гектар аммиачной селитры растения потребляют уже не 50–60% азота, а существенно больше: 85–90%. Бактерии препарата Фосфатовит растворяют силикатные минералы, высвобождают фосфор и калий из сложных соединений и переводят их в доступные и увеличивают коэффициент потребления фосфорных и калийных удобрений.

Цель исследований заключалась в изучении эффективности комплексного использования минеральных и микробиологических удобрений на урожайность зерна озимой ржи. В задачи исследований

входило изучение технологий возделывания озимой ржи с использованием микробиологических удобрений совместно с минеральными удобрениями для получения большей эффективности.

Методика

Исследования проводились на опытном поле Новгородского НИИСХ на дерново-подзолистой почве с высоким содержанием подвижного фосфора (260–280 мг/кг) и обменного калия (250–275 мг/кг) с массовой долей гумуса 3,5–3,8%, pH_{KCl} 5,5–6,0 путем постановки двухфакторного полевого опыта по схеме 2×4 (табл. 1).

Фактор А — условия минерального питания в двух градациях: A_1 — расчетные дозы под урожай 4 т/га зерна в среднем за 3 года $N_{38}P_{10}K_{16}$; A_2 — 1/2 от фактора A_1 — $N_{19}P_5K_8$.

Фактор В — способы применения микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита: B_1 — контроль без Азотовита и Фосфатовита; B_2 — обработка семенного материала перед посевом ($A + \Phi$ по 2 л/т каждого препарата); B_3 — некорневая обработка посевов при высоте растений до 30 см ($A + \Phi$ по 1 л/га каждого препарата); B_4 — применение в технологических операциях двух факторов $B_2 + B_3$.

Опыт закладывали по предшественнику: викоовсяная смесь на зеленую массу, используемую на сидерат. Повторность трехкратная, размер делянок 100 м². Размещение делянок рендомизированное. Делянки делили пополам. На одной половине высевали семена озимой ржи сорта Волхова, обработанные только протравителем, на другой — в баковой смеси: протравитель семян + ($A + \Phi$ по 2 л/т каждого). В оптимальные сроки (третья декада августа) высевали озимую рожь с. Волхова с нормой высева 5,5 млн шт. всхожих семян на гектар. Минеральные удобрения рассчитывали на планируемую урожайность балансовым методом с учетом доступных макроэлементов в почве и сидеральной массы викоовсяной смеси [7]. По данным Новгородского НИИСХ с 1 т урожая зерна озимой ржи с учетом

Таблица 1. Эффективность комплексного действия микробиологических и минеральных удобрений на посевах озимой ржи в среднем за 2018–2020 годы

Table 1. The effectiveness of the combined action of microbiological and mineral fertilizers on winter rye crops on average for 2018–2020

№ варианта	Фактор А	Доза минеральных удобрений, кг д. в./га	Фактор В, способ использования микробиологических удобрений	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности к фону, т/га	Переваримый протеин, т/га
1	A_1	Фон 1, $N_{38}P_{10}K_{16}$	B_1	4,9	–	0,45
2			B_2	6,1	1,2	0,55
3			B_3	6,2	1,3	0,56
4			B_4	7,3	2,4	0,66
5	A_2	Фон 2 $N_{19}P_5K_8$	B_1	4,2	–	0,38
6			B_2	5,1	0,9	0,46
7			B_3	5,2	1,0	0,47
8			B_4	6,3	2,1	0,57

$HCP_{05} = 1,2$ т/га по фактору А

$HCP_{05} = 1,1$ т/га по фактору В

$HCP_{05} = 1,4$ т/га для сравнения частных средних

побочной выносятся 20 кг азота, и он является лимитирующим фактором при возделывании озимой ржи на зерно. При урожайности 4 т/га зерна необходимо внести азота 80 кг/га в д. в., включая содержание азота в пахотном слое почвы, пожнивно-корневых остатках и зеленой массе викоовса, запаханной в почву, которое в сумме составило 60 кг/га азота. В фазы кущение–выход в трубку проводили некорневую обработку микробиологическими удобрениями по 1 л/га каждого препарата. Средний ГТК за вегетацию в 2018–2020 гг. составил 1,1; 1,7 и 1,3. Результаты исследований обрабатывались дисперсионным [8] и ресурсно-экологическим [9] методами.

Результаты

Наибольшую урожайность зерна озимой ржи 7,3 и 6,3 т/га и переваримого протеина 0,66 и 0,57 т/га (табл. 1) получили в вариантах 4 и 8 при использовании Азотовита и Фосфатовита по фактору V_4 на двух уровнях минерального питания. Совместного взаимодействия микробиологических и минеральных удобрений на увеличение урожайности зерна не установлено. При однократном использовании микробиологических удобрений (факторы V_2 и V_3) прибавка урожая зерна в вариантах 2, 3 и 6, 7 составила 0,9–1,3 т/га по отношению к фонам 1 и 2, что согласуется с результатами исследований [10, 11]. Во многих регионах РФ были проведены исследования по применению микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на зерновых культурах, возделываемых на зерно. Прибавка урожайности зерна по отношению к контролю составила 26–122% [12].

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Усков И. Б. Методические указания и нормативные материалы для разработки проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Северо-Западном регионе РФ. СПб.: ГНУ АФИ Россельхозакадемии. 2004. С. 14–15. [Uskov I. B. Methodological guidelines and normative materials for the development of projects of adaptive landscape systems of agriculture in the North-Western region of the Russian Federation. SPb.: GNU AF of the Russian Agricultural Academy. 2004. pp. 14–15. (In Russ.).]
2. Саранин К.И. Озимая рожь в Нечерноземье. М.: Россельхозиздат. 1986. С. 3. [Saranin K.I. Winter rye in the Non-Chernozem region. Moscow: Rossel'khozizdat. 1986. P.3. (In Russ.).]
3. <https://agrovesti.net/lib/industries/posevnye-ploshchadi-po-kul-turam-v-2020-godu-lidery-po-prirostu-i-sokrashcheniyu.html>. [Accessed 8th February 2021].
4. Якушев В.П., Семенов В.А., Михайленко И.М., Якушева Л.Н. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для Северо-Западного региона Российской Федерации. Концептуальные основы и методологические аспекты формирования. СПб.: ГНУ АФИ Россельхозакадемии. 2004. С. 12–13. [Yakushev V.P., Semenov V.A., Mixajlenko I.M., Yakusheva L.N. Adaptive landscape systems of agriculture for the North-Western region of the Russian Federation. Conceptual foundations and methodological aspects of formation. SPb.: GNU AF of the Russian Agricultural Academy. 2004. pp. 14–15. (In Russ.).]
5. Иванов А.П. Рожь. Ленинград – М.: Сельхозиздат. 1961. С. 18, 23–24. [Ivanov, A.P. Rye. Leningrad – Moscow: Sel'khozizdat 1961. 18, 23–24 p. (In Russ.).]
6. Программа повышения плодородия почв и защита растений в Нечерноземной зоне РСФСР на 1989–1995 гг. // Государственный агропромышленный комитет Нечерноземной зоны РСФСР, отделение ВАСХНИЛ по Нечерноземной зоне РСФСР. М.: Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы. 1990. С. 15. [Program for improving soil fertility and plant protection in the Non-Chernozem zone of the RSFSR for 1989–1995 // State Agro-Industrial Committee of the Non-Chernozem Zone of the RSFSR, VASHNIL Department for the Non-Chernozem Zone of the RSFSR. Moscow: Center for Scientific and Technical Information, Propaganda and Advertising. 1990. P. 15. (In Russ.).]
7. Гриценко В.В., Долгодворов В.Е. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат. 1986. С. 28–30. [Gricenko V.V., Dolgodvorov V.E. Fundamentals of crop yield programming. Moscow: Agropromizdat. 1986. p. 28–30. (In Russ.).]

Зерно ржи как концентрированный корм не уступает другим зерновым культурам [5]. Микробиологические удобрения (фактор V_4) и минеральные (факторы A_1 и A_2) способствовали увеличению производства зерна, используемого на корм животным, на 2,8 и 2,4 т/га и переваримого протеина — на 0,21 и 0,19 т/га по отношению к фонам 1 и 2.

В результате расчетов получили высокие энерго-экономические показатели технологий возделывания озимой ржи на зерно в вариантах 4 и 8: урожайность 7,3 и 6,3 т/га; энергоемкость производства тонны зерна 2,2 и 2,4 ГДж, коэффициент энергетической эффективности производства основной продукции 7,5 и 7,2 единиц с условно чистой прибылью 58 и 49 тыс. руб./га (в ценах 2018 г.) Аналогичные результаты по энерго-экономическим показателям с применением Азотовита и Фосфатовита получены при производстве викоовсяной смеси [13.]

Выводы

В результате проведенных исследований установили, что обработка семенного материала Азотовитом и Фосфатовитом и последующая некорневая подкормка растущих растений озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой почве в условиях Новгородской области, на двух уровнях минерального питания, способствовала увеличению урожайности зерна более чем на 49%. При этом энергоемкость производства тонны зерна уменьшилась на 16%; энергетическая эффективность производства увеличилась на 17% по отношению к фонам 1 и 2. Рентабельность производства зерна озимой ржи составила 179 и 174%.

ропромиздат. 1986. С. 28–30. [Gricenko V.V., Dolgodvorov V.E. Fundamentals of crop yield programming. Moscow: Agropromizdat. 1986. p. 28–30. (In Russ.).]

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1973. – С. 167–177. [Dospexov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat. 1973. p. 167–177. (In Russ.).]

9. 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. [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 «YuME'KS». 1999. 48 p. (In Russ.).]

10. Фокин С.А. Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на продуктивность зерновых культур. В сборнике: Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области // Сборник научных трудов. Благовещенск. 2016. С. 23–29. [Fokin S.A. The effect of microbiological fertilizer Azotovit and Fosfatasa on the productivity of crops. In the collection: Adaptive technologies in crop production of the Amur region // Collection of scientific papers. Blagoveshensk. 2016. P. 23–29. (In Russ.).]

11. Волков О.Д. Результаты применения бактериальных удобрений Азотовит и Фосфатовит в посевах. Режим доступа: <http://industriations.ru> [Дата обращения: 02.11.2020]. [Volkov O.D. The results of the application of bacterial fertilizers Azotovit and Fosfatasa in crops. Access mode: <http://industriations.ru> [Accessed: 02.11.2020] (In Russ.).]

12. <http://www.industrial-innovations.ru>. [Accessed 8th February 2021].

13. Tiranov A.B., Tiranova L.V. The effect of azotovit and phosphatovit on the yield of vetch oats / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Volume 613, Issue 1, 23 December 2020 /International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management, BAICSEM 2020; Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (NovSU). Veliky Novgorod; Russian Federation; 22 October 2020 (DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012149, ISSN: 17551307).