

*A.V. Fyodorova – Senior Researcher, Department of Innovation in Crop Production of Kostroma Scientific-Research Institute of Agriculture – branch of the federal state budget scientific institution «Lorch Russian Potato Research Centre», e-mail: kniish.dir@mail.ru,*  
*S.A. Bakhvalova – Senior Researcher, Department of Innovation in Crop Production of Kostroma Scientific-Research Institute of Agriculture – branch of the federal state budget scientific institution «Lorch Russian Potato Research Centre», e-mail: kniish.dir@mail.ru*

One of the factors for maintaining soil fertility and increasing crop yields is the introduction of various cover crops into crop rotation. The study of several types of crop rotation with various cover crops and with ploughing spring wheat straw under is carried out on sod-podzolic slightly loamy soils of Kostroma Region. What was chosen as siderates were annual herbs, legumes and rapeseed. Before setting the experiment, the soil was characterised by the following agrochemical indicators – humus content 1.0–1.16% (according to Ivan Tyurin), salt extract pH 5.35–5.69 (potentiometrically), mobile phosphorus and exchange potassium content 205–248 mg/kg and 59–72 mg/kg (according to Aleksandr Kirsanov), respectively. Complex mineral fertilisers were introduced in a general background for each culture. It is established as a result of the investigations that the soil gained on average 82.2–328.4 kg/ha of nitrogen, 35.1–69.2 kg/ha of phosphorus, 97.7–212.5 kg/ha of potassium in three years with herbaceous mass and root debris. The greatest amount of nutrients came in crop rotations with legumes. Crop yield of spring wheat of the kind Daria, when ploughing cover crops and straw under, increased by 0.1–0.53 tonnes/ha compared to the control option. Soil nutritional regime change when ploughing the siderates under affects grain quality as well – grain vitreousness increases by 2.2–5.9%; protein content, by 0.37–0.58%; gluten content, by 0.62–3.95%. Investigations confirm the need for cover crop fallows use in Kostroma Region.

Keywords: cover crops, spring wheat, crop yield, grain quality.

УДК 631.87:631.452

DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.10

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТОВИТА И ФОСФАТОВИТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Л.В. Тиранова, к.с.-х.н., Новгородский НИИСХ филиал СПб ФИЦ РАН  
 173516, Новгородская обл., Новгородский р-он, п/о Борки, ул. Парковая, д. 2.  
 E-mail: zevs1947@yandex.ru.*

*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).*

Исследования по разработке технологий возделывания озимой ржи на зерно по предшественникам яровой рапс на зелёную массу и сидерат проводили на дерново-подзолистой почве, которые в Новгородской области занимают 84 % площади пашни. Озимая рожь – важнейшая сельскохозяйственная культура Нечерноземной зоны. Изучали три способа применения новых микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит: 1) протравливание семенного материала перед посевом в норме 2 л/т; 2) некорневая обработка посевов в фазы кушение-выход в трубку в норме по 1 л/га; 3) совместное использование первого и второго способов применения Азотовита и Фосфатовита на двух фонах минеральных удобрений: на планируемую урожайность  $N_1P_1K_1$  и уменьшенную в 2 раза  $N_2P_2K_2$ . Наибольшую урожайность зерна и переваримого протеина в нём получили при внесении минеральных удобрений в дозах  $N_1P_1K_1$  и  $N_2P_2K_2$ , и протравливании семенного материала микробиологическими удобрениями в баковой смеси совместно с протравителем, и прикорневой обработке посевов в ранние фазы развития смесью микробиологических удобрений с гербицидом против двудольных сорняков. Совместное использование Азотовита и Фосфатовита с пестицидами и невысокая стоимость микроудобрений обеспечили низкую удельную энергоёмкость производства зерна – менее 2,5 ГДж/т к.е., высокий коэффициент энергетической эффективности производства основной продукции – более 5,7 единиц с рентабельность производства более 163 %. Прирост энергопотенциала почвы в указанных вариантах при использовании соломы как органическое удобрение составил 32–41 ГДж/га.

Ключевые слова: озимая рожь, Азотовит, Фосфатовит, урожайность, плодородие, дерново-подзолистая почва, энергоёмкость.

Для цитирования: Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Влияние способов применения азотовита и фосфатовита на урожайность озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях новгородской области. // Плодородие. – 2021. - №2. – С.38–41. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.10

Озимая рожь – одна из ведущих продовольственных и кормовых зерновых культур в Российской Федерации. Около 80 % её посевной площади сосредоточено в Нечерноземной зоне [3].

Цельное и дроблёное зерно, отруби, и муку применяют в качестве концентрированных кормов для животных. 1 кг зерна приравнивают к 1,18 к.е. Ржаная соломка – грубый корм, который может использоваться при силосовании сочных растений, на подстилку скоту, изготовление матов, бумаги (в странах, где имеется дефицит древесины). 1 кг соломы равен 0,21 к.е. Из соломы получают целлюлозу, фурфурол, уксусную кислоту, лигнин. В измельченном виде она служит органическим удобрением [5].

В некоторых регионах России кормовые сорта озимой ржи высевают для получения раннего зелёного корма. В этом случае весной она рано отрастает и дает хороший урожай зелёной массы, особенно в смеси с викою озимой (мохнатой). Благодаря ранней уборке, можно получить дополнительный урожай поукосных культур, например, кукурузы, проса, гречихи, картофеля.

Сильное кущение и быстрый рост озимой ржи хорошо подавляют сорную растительность. Озимая рожь на зелёный корм может служить хорошим предшественником для озимой пшеницы, рожь на зерно – для пропашных и яровых культур. После уборки озимой ржи в некоторых зонах остается достаточно времени для возделывания холодостойких промежуточных культур, например, из семейства капустных на корм или зелёное удобрение.

Озимая рожь менее требовательна к условиям среды. Являясь кислотоустойчивой культурой, её высевают первой при освоении заболоченных и засоленных, а также целинных и залежных земель. Обладая мощной корневой системой, растения озимой ржи хорошо используют влагу и питательные вещества из почвы, что позволяет ей произрастать и давать хорошие урожаи в любых природно-климатических условиях. Однако лучше всего озимая рожь растет на плодородных хорошо аэрируемых почвах. На легких почвах растения развиваются более интенсивно и лучше переносят неблагоприятные условия перезимовки. Озимая рожь отзывчива на удобрения, предшественники, различные агроприёмы, и при хороших условиях возделывания даёт довольно высокие урожаи – до 30 ц/га, а в передовых хозяйствах – до 40 ц/га.

В Новгородской области распространены дерново-подзолистые (70 % от площади территории) и дерново-подзолистые глееватые почвы (около 20 %). По гранулометрическому составу почвы в основном легко- и среднесуглинистые (от 55 до 88 % в разных частях области) [2]. Почвы области имеют естественное низкое плодородие. В последние годы в сельском хозяйстве в 10 раз сократилось применение минеральных удобрений и более чем в 8 раз органических по сравнению с 90-ми годами 20 в. [4].

Применение новых микробиологических удобрений Азотовита (А) и Фосфатовита (Ф) способствует повышению урожайности и восстановлению плодородия почвы. Азотовит фиксирует недоступный атмосферный азот, переводя его в простые для усвоения формы, оказывает стимулирующее действие на развитие вегетативной (надземной) части растения – стебель, лист, соцветие. Фосфатовит оказывает стимулирующее действие на развитие корневой системы, переводит закрепленные в почве фосфор и калий из сложных соединений в доступные для растений формы.

Получение высоких урожаев кормовых культур – одна из ведущих проблем агропромышленного комплекса России. Необходимость внедрения энергосберегающих технологий в настоящее время обусловлена ухудшением плодородия почв, а также высоким уровнем цен на мелиоранты, горючее и энергоносители, что приводит к снижению рентабельности сельскохозяйственного производства [8].

Цель исследований – изучить влияние комплексного использования минеральных и микробиологических удобрений на урожайность озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области.

**Методика.** Исследования проводили в 2018-2020 г. на опытном поле Новгородского НИИСХ на дерново-подзолистой легкосуглинистой на глине среднекультурной почве.

Схема опыта 2×4 представлена в таблицах 1, 2.

Фактор В – минеральные удобрения:  $V_1 - N_1P_1K_1$  на планируемую урожайность,  $V_2 - N_2P_2K_2$  уменьшена на половину от фактора  $V_1$ . Фактор Н – способы применения Азотовита и Фосфатовита: 1)  $H_0$  – контроль (без использования А+Ф); 2)  $H_1$  – предпосевная обработка семян (А+Ф); 3)  $H_2$  – некорневая обработка при высоте растений до 30 см (А+Ф); 4)  $H_3$  – предпосевная обработка семян (А+Ф) + некорневая обработка при высоте растений до 30 см (А+Ф).

Предшественники озимой ржи – рапс яровой на зелёную массу и сидерат. После уборки зелёной массы ярового рапса проводили дискование в два следа тяжелой дисковой бороной БДТ-3. Яровой рапс, используемый на сидерат, скашивали в фазе цветения, затем зелёную массу измельчали тяжелой дисковой бороной БДТ-3 в два следа с одновременной заделкой в верхний аэрируемый слой почвы. В конце июля проводили вспашку почвы под посев озимых на глубину 0-20 см.

Опыт закладывали в трехкратной повторности с размером делянок 100 м<sup>2</sup>. Делянки делили пополам. На ½ части делянки высевали зерно озимой ржи, обработанное перед посевом только протравителем Бункер, ВКС (60 г/л, 0,5 л/т), а на другой части делянок семена перед посевом обрабатывали протравителем и микробиологическими удобрениями Азотовит + Фосфатовит в норме по 2 л/т семян. Перед посевом озимой ржи почву культивировали в двух направлениях КШП-9 на глубину посева семян до 6 см. Под культивацию вносили минеральные удобрения согласно схеме опыта и проводили посев озимой ржи сорта Волхова сеялкой СН-16 с нормой высева 5,5 млн всхожих семян на 1 га. В мае в вариантах опыта № 3, 4, 7, 8 проводили некорневую обработку посевов озимой ржи против двудольных сорняков гербицидом Гранстар в норме 20 г/га совместно с микробиологическими удобрениями Азотовит (1 л/га) + Фосфатовит (1 л/га) при высоте растений до 30 см.

Солому озимой ржи измельчали и использовали на удобрение и при запашке дополнительно вносили по 10 кг азота на 1 т в связи с высоким соотношением С : N = 80-90: 1. По пробным снопам учитывали урожай, полученные данные обрабатывали дисперсионным [1] и энергоэкономическими методами [6].

**Результаты и их обсуждение.** Озимую рожь во все годы исследований сеяли в оптимальные сроки - в конце второй декады августа. Метеорологические условия при посеве озимой ржи складывались вполне благоприятно. Гидротермический коэффициент (ГТК) в период

посев-всходы составлял более 1,3 ед., что говорит о хорошем увлажнении почвы. Среднесуточная температура воздуха во все годы исследований в третьей декаде августа была выше среднегодовой на 0,5<sup>0</sup>С. На 8-9-й день после посева отмечали полные всходы озимой ржи. Продолжительность периода активной вегетации в осенний период составляла 56-62 дня. Метеорологические условия вегетационных периодов май-июль положительно влияли на рост и развитие озимой ржи. Гидротермический коэффициент с мая по июль в годы исследований составлял 1,3-1,7 ед.

Озимую рожь сорта Волхова убирали в фазе полной спелости зерна в первой декаде августа.

Математическая обработка опытных данных по урожайности зерна озимой ржи в среднем за 3 года исследований по предшественнику рапс яровой на зеленую массу показала отсутствие совместного взаимодействия минеральных (фактор В) и микробиологических (фактор Н) удобрений на урожайность зерна. Наибольшую урожайность зерна получили в вариантах: 4 и 8 – 7,3 и 6,2 т/га по факторам В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> и фактору Н<sub>3</sub> (табл. 1).

#### 1. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на урожайность зерна озимой ржи, возделываемой по яровому рапсу на зеленую массу (в среднем за 2018-2020 г.)

№ варианта	Фактор В	Доза минеральных удобрений, кг д. в/га	Фактор Н - способ использования микробиологических удобрений	Урожайность, т/га	Среднее по фактору В (НСР <sub>05</sub> =0,4 т/га)
1	В <sub>1</sub>	Фон 1, N <sub>88</sub> P <sub>42</sub> K <sub>79</sub>	H <sub>0</sub>	5,3	6,1
2			H <sub>1</sub>	5,9	
3			H <sub>2</sub>	6,2	
4			H <sub>3</sub>	6,8	
5	В <sub>2</sub>	Фон 2, N <sub>44</sub> P <sub>21</sub> K <sub>40</sub>	H <sub>0</sub>	4,7	5,3
6			H <sub>1</sub>	5,2	
7			H <sub>2</sub>	5,5	
8			H <sub>3</sub>	6,0	

НСР<sub>05</sub>= 0,3 т/га по фактору Н,

НСР<sub>05</sub> = 0,6 т/га для сравнения частных средних.

На двух фонах минеральных удобрений (факторы В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>) при однократном использовании микробиологических удобрений (факторы Н<sub>1</sub> и Н<sub>2</sub> варианты 2, 3 и 6, 7) получили прибавку урожая зерна к фонам 1 и 2 – 0,6 и 0,9 т/га и 0,6 и 0,9 т/га, что выше НСР<sub>05</sub>=0,3 т/га. Следовательно, увеличение урожая зерна озимой ржи при использовании Азотовита и Фосфатовита практически не связано с вносимыми дозами минеральных удобрений относительно фонов 1 и 2. Прибавка урожая зерна при использовании в технологических операциях только минеральных удобрений фон 1 к фону 2 составила 0,9 т/га (20%).

Самые высокие показатели по кормовым качествам зерна озимой ржи в вариантах 4 и 8: продуктивность – 8,0 и 7,1 т к. е/га с содержанием в зерне переваримого протеина 0,61 и 0,55 т/га соответственно.

Плодородие дерново-подзолистой почвы по всем вариантам опыта повысилось. С корневыми, пожнивными остатками и соломой озимой ржи в среднем за 3 года по вариантам 1-8 в почву поступило гумуса 1,86; 2,08; 2,05; 2,39; 1,62; 1,84; 1,94; 2,11 т/га соответственно. Баланс гумуса почвы с учетом минерализации положительный и составил 0,91-1,68 т/га.

При возделывании озимой ржи по сидерату фитомассы ярового рапса в среднем за три года в почву поступало от 52 до 68 кг/га азота, 111-140 К<sub>2</sub>О и 32-42 кг/га Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>. Провели расчёт минеральных удобрений на

запланированную урожайность зерна озимой ржи с учетом питательных элементов из сидерата, выноса основных элементов питания из почвы с урожаем и обеспеченности почвы доступными для растений макроэлементами. Под возделываемую культуру внесли только азотные удобрения. Анализ учёта урожая показал, что лучшая урожайность зерна получена в вариантах 4 и 8 (табл. 2), что согласуется с результатами исследований С.А. Фокина и Ю.С. Саладухина [7].

#### 2. Влияние комплексного применения микробиологических и минеральных удобрений на урожайность зерна озимой ржи, возделываемой по яровому рапсу на сидерат (в среднем за 2018-2020 г.)

№ варианта	Фактор В	Доза минеральных удобрений, кг д. в/га	Фактор Н - способ использования микробиологических удобрений	Урожайность, т/га	Среднее по фактору В (НСР <sub>05</sub> =0,5 т/га)
1	В <sub>1</sub>	Фон 1, N <sub>60</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	H <sub>0</sub>	5,8	6,4
2			H <sub>1</sub>	6,3	
3			H <sub>2</sub>	6,4	
4			H <sub>3</sub>	7,1	
5	В <sub>2</sub>	Фон 2, N <sub>30</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	H <sub>0</sub>	5,0	5,7
6			H <sub>1</sub>	5,5	
7			H <sub>2</sub>	5,8	
8			H <sub>3</sub>	6,6	

НСР<sub>05</sub>= 0,4 т/га по фактору Н,

НСР<sub>05</sub> = 0,7 т/га для сравнения частных средних.

При уменьшении дозы минеральных удобрений в 2 раза (вариант 1) по отношению к варианту 5 урожайность зерна уменьшилась на 0,8 т/га (14 %), что значительно выше НСР<sub>05</sub>=0,5 т/га. На урожайность зерна озимой ржи существенное влияние оказали: обработка семян перед посевом микробиологическими удобрениями А (2 л/т) + Ф (2 л/т) и некорневая обработка А (1 л/га) + Ф (1 л/га). Прибавки урожая зерна составили 1,3 и 1,6 т/га по отношению к фонам 1 и 2. Совместного взаимодействия минеральных и микробиологических удобрений на урожайность зерна озимой ржи не установлено.

По кормовым качествам зерна лучшие показатели получены в вариантах 4 и 8 при двукратном использовании микробиологических удобрений совместно с минеральными: продуктивность – 8,4 и 7,8 т к.е., содержание переваримого протеина – 0,64 и 0,60 т/га соответственно.

При возделывании озимой ржи по сидерату (яровой рапс) с пожнивно-корневыми остатками и соломой в почву поступило от 1,29 до 1,95 т/га гумуса. Баланс гумуса почвы в вариантах 1-8 положительный и с учетом минерализации составил 1,30; 1,44; 1,43; 1,79; 1,05; 1,19; 1,09; 1,23 т/га соответственно.

Высокие энергетические показатели отмечены в вариантах 4 и 8 при производстве зерна озимой ржи как по яровому рапсу на зеленую массу, так и по сидерату: энергоёмкость производства 1 т к.е. 2,5; 2,3 и 2,3; 2,0 ГДж; высокий коэффициент энергетической эффективности производства основной продукции 5,7, 6,2 и, 6,3, 7,0 ед. соответственно. Условно-чистая прибыль в указанных вариантах составила 52; 50 и 59; 62 тыс. руб/га (в ценах 2018 г.), рентабельность производства - от 163 до 222 %.

**Заключение.** Для получения высоких урожаев зерна озимой ржи на дерново-подзолистой почве в условиях Новгородской области необходимо использовать минеральные удобрения как в расчёте на планируемую урожайность, так и уменьшенную на 50 % совместно с но-

выми микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит, применяемыми двукратно: протравливание семенного материала с нормой расхода по 2 л/т каждого препарата и некорневая обработка в ранние фазы роста с нормой расхода по 1 л/га. Рекомендуемые способы применения микробиологических удобрений совместно с минеральными позволили получить высокую продуктивность (от 7,1 до 8,4 т к.е/га) зерна озимой ржи с содержанием переваримого протеина 0,55-0,64 т/га и низкой энергоёмкостью производства т к.е. (от 2,0 до 2,5 ГДж) с высоким коэффициентом энергетической эффективности производства (более 5,7 ед.). Плодородие почвы повысилось более чем на 1,23 т/га гумуса с учетом запаханной измельченной соломы.

#### Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1979. – С. 294-307.
2. Научные основы системы земледелия Новгородской области (Методические рекомендации колхозам и совхозам). – Новгород, 1982. – С. 9.

3. Методические указания и нормативные материалы для разработки проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Северо-Западном регионе РФ. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 14-15.
4. Покровская Е.В., Ефимова В.С. Динамика плодородия почв Новгородской области // Плодородие. – 2003. – № 2 (11). – С. 13-14.
5. Саранин К. И., Беляков И. И. Озимая рожь в Нечерноземье. – М.: Россельхозиздат, 1986. – С. 168-172.
6. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Методика расчёта ресурсно-экономической оценки оптимальных севооборотов // Метод. издание, НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2005. – С. 25-33.
7. Фокин С.А., Саладухина Ю. С. Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на продуктивность зерновых культур // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области / Сборник научных трудов. – Благовещенск, 2016. – С. 23-29.
8. Храмов И. Ф., Кочегарова Н. Ф. Влияние длительного применения удобрений и приемов основной обработки почвы на плодородие почвы и продуктивность севооборота // Материалы научных чтений, посвященных столетию закладки полевых опытов И. И. Жилинским. – Новосибирск, 1997. – С. 209-211.

### THE EFFECT OF METHODS OF APPLICATION AZOTOVITE AND PHOSPHATOYITE ON THE YIELD OF WINTER RYE AND FERTILITY OF SOD-PODZOLIC SOIL IN THE CONDITIONS OF NOVGOROD REGION

*L. V. Tiranova, A. B. Tiranov*

*Novgorod research Institute of agriculture branch of St. Petersburg Federal research center of the Russian Academy of Sciences. Parkovaya str. 173516, Borki vil., Russia, E-mail: zevs1947@yandex.ru.*

Research on the development of technologies for cultivating winter rye grain based on the predecessors of spring rapeseed for green mass and siderate was carried out on sod-podzolic soil, which in the Novgorod region is 84 % of the arable land area. Winter rye is the most important agricultural crop in the non – Chernozem zone. Three methods of applying new microbiological fertilizers Azotovit and Phosphatovit were studied: 1) – seed dressing before sowing 2 l/t; 2) – foliar treatment of crops in the tillering phase-output to the tube of 1 l/ha; 3) – joint use of the first and second methods of applying Azotovite and Phosphatovite on two backgrounds of mineral fertilizers: for the planned yield of  $N_1P_1K_1$  and reduced by half  $N_2P_2K_2$ . The highest grain yield and digestible protein in it received when mineral fertilizers in doses  $N_1P_1K_1$  and  $N_2P_2K_2$ , and etching of seed microbial fertilizers in a tank mix together with fungicide, and foliar treatment of crops in the early phase of development with a mixture of microbiological fertilizer with a herbicide against dicotyledonous weeds. Sharing Azotovit and Phosphatovit with pesticides and the low cost of micronutrients provided low specific energy intensity of production of grain – less than 2.5 GJ/ton of fodder units, high ratio of energy efficiency main products – more than 5.7 units with profitability of more than 163%. The increase in the energy potential of the soil in these variants when using straw as an organic fertilizer was 32-41 GJ/ha.

*Key words:* winter rye; Azotovit; Phosphatovit; yield; fertility, energy intensity.