

УДК 633.35:633.13:631.86

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-404-03-75-81

Л.В. Тиранова ✉

А.В. Григорьев

Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Санкт-Петербургского ФИЦ Российской академии наук, дер. Борки, Новгородская обл., Россия

✉ tiranova.zevs1954@yandex.ru

Поступила в редакцию: 22.09.2025

Одобрена после рецензирования: 28.12.2025

Принята к публикации: 25.01.2026

© Тиранова Л.В., Григорьев А.В.

Эффективность микробиологических удобрений серии «Арксойл» на посевах вико-овсяной смеси в условиях Новгородской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Микробиологические удобрения «Арксойл Азот» и «Арксойл Фосфор» значительно снижают внесение традиционных удобрений и необходимы сельхозтоваропроизводителям для увеличения продукции растениеводства с единицы площади возделываемых культур.

Методы. Исследования проводили в условиях Новгородской области в 2022–2024 гг. на дерново-подзолистой почве на опытном поле в дер. Лорешниково на базе Новгородского НИИСХ — филиале СПб ФИЦ РАН на двух фонах минеральных удобрений (фон 1-й — без удобрений, фон 2-й — в расчете на плановую урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси). Объекты исследования — вико-овсяная смесь, вика Льговская 22, овес Боррус и микробиологические удобрения «Арксойл Азот» и «Арксойл Фосфор».

Results. Установили высокую эффективность исследуемых микробиоудобрений. В среднем за три года исследований в варианте 8 на фоне 2 получили лучшую среднегодовую продуктивность (5,9 тыс. т к. ед/га) при включении в технологические операции «Арксойл Азот» и «Арксойл Фосфор» (обработка высеваемых семян по 1,0 л/т + обработка растений штанговым опрыскивателем в фазу кущения овса и ветвления вики по 0,5 л/га). В данном варианте с 1 га получили самую высокую среднегодовую питательную ценность зеленой массы вико-овсяной смеси: переваримый протеин для КРС — 0,85 т с содержанием в 1 к. ед. 144 г, обменная энергия для КРС — более 55 ГДж, сухое вещество — более 7 т с рентабельностью производства выше 100%.

Ключевые слова: вико-овсяная смесь, «Арксойл Азот», «Арксойл Фосфор», минеральные удобрения, зеленая масса, продуктивность, питательность, плодородие

Для цитирования: Тиранова Л.В., Григорьев А.В. Эффективность микробиологических удобрений серии «Арксойл» на посевах вико-овсяной смеси в условиях Новгородской области. *Аграрная наука.* 2026; 404 (03): 75–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-404-03-75-81>

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-404-03-75-81

Lyudmila V. Tiranova ✉

Alexander V. Grigoriev

Novgorod Research Institute of Agriculture, a branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Borki, Novgorod Region, Russia

✉ tiranova.zevs1954@yandex.ru

Received by the editorial office: 22.09.2025

Accepted in revised: 28.12.2025

Accepted for publication: 25.01.2026

© Tyranova L.V., Grigoriev A.V.

Efficiency of the Arksoil series microbiological fertilizers on vetch-oat mixture crops in the conditions of the Novgorod region

ABSTRACT

Relevance. Microbiological fertilizers “Arksoil Nitrogen” and “Arksoil Phosphorus” significantly reduce the application of traditional fertilizers and are necessary for agricultural producers to increase crop production per unit area of cultivated crops.

Methods. The research was carried out in the conditions of the Novgorod region in 2022–2024 on sod-podzolic soil in an experimental field in the village of Loreshnikovo on the basis of the Novgorod Research Institute of Agricultural Sciences, a branch of the St. Petersburg Institute of Applied Sciences, on two backgrounds of mineral fertilizers (background 1 without fertilizers, background 2 based on the planned yield of the green mass of the vetch-oat mixture). The object of the study is an oatmeal mix, vetch variety Lgovskaya 22, oats variety Borrus and microbiological fertilizers “Arksoil Nitrogen” and “Arksoil Phosphorus”.

Results. The high efficiency of the studied biofertilizers has been established. On average, over three years of research in option 8 against background 2, we obtained the best average annual productivity of 5.9 thousand tons per unit/ha when included in the technological operations “Arksoil Nitrogen” and “Arksoil Phosphorus” (processing of sown seeds at 1.0 l/t + treatment of plants with a rod sprayer in the phase of tillering oats and branching vetches at 0.5 l/ha). In this variant, the highest average annual nutritional value of the green mass of the vico-oat mixture was obtained from 1 ha: digestible protein for cattle — 0.85 t with a 1 k content of 144 g units, exchangeable energy for cattle — more than 55 GJ, dry matter — more than 7 t with a production profitability above 100%.

Key words: vetch-oat mixture, “Arksoil Nitrogen”, “Arksoil Phosphorus”, mineral fertilizers, green mass, productivity, nutritional value, fertility

For citation: Tyranova L.V., Grigoriev A.V. Efficiency of the “Arksoil” series microbiological fertilizers on vetch-oat mixture crops in the conditions of the Novgorod region. *Agrarian science.* 2026; 404 (03): 75–81 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-404-03-75-81>

Введение/Introduction

Одна из ведущих отраслей в Новгородской области — молочное животноводство. Следовательно, необходимо укрепить кормовую базу отрасли животноводства.

По данным сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений Северо-Западного федерального округа (СЗФО), в которую входит и Новгородская область, и других НИИ Российской Федерации, особую ценность для кормовой базы имеют зернобобовые культуры (вика, горох, фасоль, люпин узколистный и др.) семейства мотыльковых (бобовых), которые имеют высокую питательную ценность и улучшают структуру почвы [1, 2].

Возделывание зернобобовых, в частности вики яровой, способствует увеличению в кормах для сельскохозяйственных животных белка и других питательных веществ. Кроме того, они способствуют повышению плодородия почвы в связи с азотфиксирующей способностью бобовых.

Вместо того чтобы сеять зеленый корм в чистом виде, вику лучше смешивать со вспомогательными культурами. Вика яровая характеризуется полегающим стеблем, в связи с чем в качестве опорной культуры традиционно используется овес. Наиболее распространенной поддерживающей культурой для вики является овес. При росте овес потребляет много азота. Вика использует азотфиксирующие бактерии для фиксации атмосферного азота и накопления его в почве [2, 3].

Овес и вику можно использовать на кормовые цели в различные фазы развития растений. До молочно-восковой спелости в бобах идет прирост биомассы и снижается переваримость незрелой части урожая. Содержание белка в вике значительно выше, чем в овсе.

В связи с высокой требовательностью злаковой культуры овса (род *Avena*) к содержанию доступного азота в почве ее совместное возделывание с викой является эффективным агротехническим приемом. В таких агроценозах овес использует биологически зафиксированный викой азот, что положительно коррелирует с его продуктивностью и темпами развития.

Для увеличения продукции животноводства на естественно-низкоплодородной дерново-подзолистой почве, которой в Новгородской области 84% от площади пашни [4], необходимо использовать минеральные удобрения. Однако производство минеральных удобрений и средств защиты растений требует больших затрат энергии. В природно-климатических условиях области источниками повышения урожая сельскохозяйственной продукции являются микробиологические удобрения.

Настоящие исследования направлены на изучение способов использования новых микробиологических удобрений для увеличения продуктивности зеленой массы вико-овсяной смеси, используемой на корм животных.

В соответствии с соглашением, подписанным с ООО «НПО «Эко Ойл Сервис»¹, в Новгородской области впервые было проведено исследование влияния микробиологических удобрений «Арксоил Азот» и «Арксоил Фосфор» на урожайность сельскохозяйственных культур в Новгородской области. Исследуемые препараты содержат специально подобранные штаммы бактерий и других организмов и улучшают условия питания сельскохозяйственных культур.

С помощью микробиологического удобрения «Арксоил Азот» происходит переход атмосферного азота в связанное состояние. Этому способствуют бактерии «Арксоил Азот», которые принадлежат к группе азотфиксаторов *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Exiguobacterium acetylicum* и выделяют в почву биологически активные вещества и синтезируют большой спектр витаминов.

Бактерии, входящие в состав препарата «Арксоил Фосфор», принадлежат к группе фосформобилизаторов *Bacillus mucilaginosus*, *Exiguobacterium acetylicum* и проявляют высокую эффективность в переводе недоступных форм питательных веществ, особенно фосфора, в растворимую и доступную для растения форму. Они обладают солюбилизующими свойствами и являются стимуляторами роста растений, и возделываемые культуры усваивают из почвы намного больше полезных веществ [5–7].

Изученность вопросов агротехники возделывания зеленой массы вико-овсяной смеси в условиях Новгородской области недостаточна. Разработка основных технологических приемов комплексного использования микробиологических удобрений серии «Арксоил» совместно с минеральными удобрениями при производстве биомассы вико-овсяной смеси позволит получать стабильные урожаи высококачественных кормов [8–10].

Цель исследований — изучить эффективность использования микробиологических удобрений «Арксоил Азот» и «Арксоил Фосфор» на продуктивность и питательную ценность биомассы вико-овсяной смеси и сохранение плодородия почвы Новгородской области Российской Федерации.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены на опытном поле Новгородского НИИСХ (2022–2024 гг.) в дер. Лорешниково Новгородского района на среднеоккультуренной дерново-подзолисто-глеевой легкой суглинистой почве, подстилаемой ленточными глинами, с высоким содержанием подвижного фосфора и обменного калия (более 230 мг/кг) (по Кирсанову), гумуса — 3,2–3,6% (по Тюрину), $pH_{\text{сол.}} = 5,6–5,8$.

В опытах использовали вику яровую Льговская 22. Сорт выведен Льговской опытно-селекционной станцией, среднеспелый с вегетационным

¹ Договор № 2-23 о научно-техническом сотрудничестве.

периодом на корм от 38 до 45 дней. Содержание сухого вещества составляет 20–25%². Из-за высокой кормовой ценности с 1993 г. внесен в Госреестр селекционных достижений³ и рекомендован для культивирования практически на всей территории России, кроме районов с засушливым климатом. Вика склонна к полеганию, в качестве поддерживающей культуры использовали яровой овес Боррус.

Овес сорта Боррус — разновидность мутика, среднеранний, выведен в Германии. Vegetационный период 80–93 дня. Равномерное созревание, устойчив к полеганию и осыпанию. Средне поражается ржавчиной. Кроме зернового использования, высевается в смеси с зернобобовыми культурами на зеленый корм. С 1982 года районирован в Нечерноземной зоне. Предшественник — зерновые озимые культуры.

Эксперимент двухфакторный:

- фактор В — минеральные удобрения: V_0 (фон 1) — $N_0P_0K_0$ без минеральных удобрений; V_1 (фон 2) — $N_1P_1K_1$ в расчете на планируемую урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси (27 т/га) в среднем за 3 года доза удобрений — $N_{82}P_{10}K_{108}$. Содержание фосфора в почве — 240 мг/кг. Будет использовано из почвы растениями 36 кг/га, и вносить фосфор нет необходимости.

- фактор Н — способы применения «Аркосил Азот» (далее — АА) и «Аркосил Фосфор» (далее — АФ):

1. H_0 — контроль (без использования АА + АФ);

2. H_1 — предпосевная обработка семян (АА 1,0 л/га + АФ 1,0 л/га);

3. H_2 — некорневая обработка в фазы ветвления вики и кущения овса (АА + АФ по 0,5 л/га каждого препарата);

4. H_3 — использованы факторы H_1 + H_2 .

Варианты опыта представлены в таблице 2.

В проведенных исследованиях обработку экспериментальных данных проводили по методике опытного дела по Б.А. Доспехову⁴. Дозы внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность рассчитывали по М.К. Каюмову⁵ (при этом использовали для дерново-подзолистой почвы поступление питательных веществ азота, фосфора и калия из почвы — 20%, 5% и 10% соответственно, поступление питательных веществ из минеральных удобрений для вико-овсяной смеси НРК — 60%, 20% и 80%) с учетом агрохимических показателей почвы и выноса с урожаем зеленой массы вико-овсяной смеси азота 3,3 кг/т,

фосфора 1,1 кг/т, калия 5,1 кг/т, используя данные по химическому составу, определенные в лаборатории Новгородского НИИСХ.

В Федеральном государственном бюджетном учреждении «САС Новгородская» определены показатели кормового качества зеленой массы вико-овсяной смеси. Содержание сухого вещества рассчитывали по ГОСТ 31640-2012⁶, азота и сырого протеина — по ГОСТ 13496.4-2019⁷. Обменную энергию (ОЭ) вико-овсяной смеси по сухому веществу для КРС определяли по «Методическим указаниям по оценке качества и питательности кормов» с учетом полученных результатов⁸, массовую долю сырой клетчатки — по ГОСТ 31675-2012 (п. 6)⁹.

Расчет баланса гумуса проведен по методическим указаниям издательства ЦИНАО¹⁰. При расчете энергоемкости основной продукции использовали методические рекомендации отделения по Нечерноземной зоне России¹¹. Рентабельность затрат рассчитана как отношение прибыли к полной себестоимости¹².

При возделывании зеленой массы вико-овсяной смеси в технологических операциях применяли: азофоску (нитроаммофоска) НРК по 16% (гранулы); аммиачную селитру N марки Б — 34,4% (гранулы); хлористый калий K_2O — 60%; двойной суперфосфат P_2O_5 марки Б — 43,0%.

Использование микробиологических препаратов в данном случае не требовало дополнительных расходов, так как их использовали в баковых смесях с пестицидами.

Обработку семян микробиологическими удобрениями проводили за 2–5 дней до посева. Агротехника возделывания зеленой массы вико-овсяной смеси общепринятая для условий Новгородской области.

Исследования проводили в трехкратной повторности. Общая площадь делянки — 100 м². Учетная площадь по факторам В и Н составила 25 м². Варианты в повторениях размещали рендомизированно. Делянки были поделены на две половины. На 1/2 части делянок высевали семена, обработанные перед посевом фунгицидами, на другой части делянок семена перед посевом обработали фунгицидами совместно с микробиологическими удобрениями. Для протравливания семян овса применяли фунгицид «Витавакс 200, СП» (375 г/кг + 375 г/кг) — 3 кг/т, производитель — фирма «Юнироял Кемикал» (США).

² <https://www.semena58.ru/> Лыговская 22

³ Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. М.: Росинформагротех. 2024; 620.

⁴ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию. 2013; 248–255.

⁵ Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат. 1989; 320.

⁶ ГОСТ 31640-2012 Корма. Методы определения содержания сухого вещества.

⁷ ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

⁸ Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: Издательство ЦИНАО. 2002; 74.

⁹ ГОСТ 31675-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания клетчатки.

¹⁰ Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. М.: Издательство ЦИНАО. 2000; 40.

¹¹ Энергетическая оценка технологий в земледелии (методические рекомендации). СПб.; Пушкин: Издательское отделение по Нечерноземной зоне России. 1994; 30.

¹² Расчет рентабельности проведен по Н.Н. Баранову. Экономика использования удобрений. М.: Колос. 1974; 219.

Обработка почвы под возделываемые культуры была традиционной для избыточно увлажненных почв: зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя, предпосевная культивация в 2–3 следа сельскохозяйственным орудием КПС-4.2 (Машиностроительный завод «Агромашина», Молдова).

Минеральные удобрения под возделываемую культуру вносили под культивацию. Использовали рядовой способ посева. Сев проводили сеялкой СН-16 (Московский завод опытных конструкций ВИМ, Россия) в оптимальные сроки (норма высева: овес — 3 млн шт. всх. семян на 1 га, вика — 2 млн). Семена заглабливали в почву на 4–6 см. Прицепным орудием ОПШ-16 (ООО «Сальксельмаш», Россия) проводили некорневую подкормку.

В полевом опыте применяли сплошной метод учета урожая⁴ (он наиболее точен).

Возделываемую культуру убирали: у вики — в фазу образования зеленых лопаток, у овса — в фазу молочной спелости.

Влияние агрометеорологических условий на возделываемую культуру за вегетационные периоды (с мая по август) было достаточно благоприятным, гидротермический коэффициент за годы исследований составил более 1,2 ед. (по данным Новгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Учет урожайности зеленой массы вико-овсяной смеси на корм животным проводили: в фазу образования зеленых лопаток — у вики, молочной

спелости зерна — у овса. Результаты представлены в таблице 1.

Высокую урожайность зеленой массы (36,8 т/га) получили при дозе минеральных удобрений в расчете на планируемую урожайность $N_{82}P_0K_{108}$, протравливании семян перед посевом микробиологическими удобрениями АА 1 л/т + АФ 1 л/т и некорневой подкормке в фазы ветвления вики и кущения овса по 0,5 л/га АА + АФ при расходе рабочего раствора 200 л/га по факторам V_1 и H_3 .

Прибавка урожайности по отношению к варианту 5 (без применения микробиоудобрений) составила 31%. Данные результаты подтверждаются другими исследователями в России [7, 9, 11].

Двухфакторный дисперсионный анализ полевого опыта не подтвердил совместного взаимодействия минеральных и микробиологических удобрений на урожайность биомассы вико-овсяной смеси.

Увеличение урожайности биомассы вико-овсяной смеси по вариантам 2–4 и 6–8 по сравнению с вариантами 1 и 5 составило 3,3 и 3,0 т/га, 4,1 и 4,3 т/га и 7,4 и 8,7 т/га при HCP_{05} по фактору $H = 2,0$ т/га и не зависело от вносимых доз минеральных удобрений.

В Федеральном государственном бюджетном учреждении «САС Новгородская» (Россия) были определены показатели качества зеленой массы вико-овсяной смеси и приведены в таблице 2 (средние значения за 3 года).

Как видно из таблицы 2, на двух фонах минеральных удобрений (варианты 4 и 8) и при двукратном применении микробиологических удобрений при производстве зелёной массы вико-овсяной смеси доля сухого вещества увеличилась на 3,8% и 2,6%, а массовая доля азота в сухом

Таблица 1. Продуктивность зеленой биомассы вико-овсяной смеси в зависимости от применяемых микробиологических и минеральных удобрений (среднее за 2022–2024 гг.), т/га
Table 1. Productivity of green biomass of vetch-oat mixture depending on applied microbiological and mineral fertilizers (average for 2022–2024), t/ha

Фактор В	Фактор Н				Среднее по фактору В, ($HCP_{05} = 2,3$ т/га)
	H_0 , без АА + АФ контроль	H_1 , протравливание семян АА + АФ	H_2 , некорневая обработка АА + АФ	H_3 , протравливание семян + некорневая обработка АА + АФ	
V_0 , фон 1	12,8	16,1	16,9	20,2	16,5
V_1 , фон 2	28,1	31,1	32,4	36,8	32,1
Среднее по фактору Н ($HCP_{05} = 2,0$ т/га)	20,4	23,6	24,6	28,5	24,3
$HCP_{05} = 3,5$ т/га для сравнения частных средних					

Таблица 2. Показатели кормовых качеств зеленой массы вико-овсяной смеси в среднем за 3 года исследований
Table 2. Indicators of feed quality of green mass of vetch-oat mixture, average for 3 years of research.

№ варианта	Фактор Н	Доза минеральных удобрений, кг д. в. / га	Показатели качества			
			Массовая доля сухого вещества, %	Массовая доля азота в сухом веществе, %	Массовая доля сырого протеина, %	Массовая доля сырой клетчатки, %
1	H_0	$N_0P_0K_0$	18,2	2,75	15,92	28,8
2	H_1		19,3	2,64	16,52	29,6
3	H_2		20,0	2,81	17,89	28,2
4	H_3		22,0	2,96	19,62	29,1
5	H_0	$N_{82}P_0K_{108}$	16,9	2,95	18,55	27,0
6	H_1		17,3	2,99	18,71	31,4
7	H_2		18,9	3,10	19,10	26,6
8	H_3		19,5	3,18	21,40	28,8
$HCP_{05, \%}$			2,5	0,20	2,7	0,3

Таблица 3. Питательная ценность зеленой массы вико-овсяной смеси в зависимости от вариантов применения удобрений (среднее за 2022–2024 гг.)

Table 3. Nutritional value of vetch-oat mixture green mass depending on fertilizer application options (average for 2022–2024)

№ варианта	Фактор Н	Доза минеральных удобрений, кг д. в. / га	Урожайность, т к. ед. / га	Сухое вещество, т/га	Сырой протеин, т/га	Переваримый протеин, КРС, т/га	Обменная энергия, КРС, ГДж/га
1	H ₀	N ₀ P ₀ K ₀	2,10±0,14	2,30±0,26	0,37±0,04	0,29±0,03	19,20±0,96
2	H ₁		2,60±0,14	3,50±0,26	0,58±0,04	0,37±0,03	24,20±0,96
3	H ₂		2,70±0,14	3,40±0,26	0,63±0,04	0,40±0,03	25,10±0,96
4	H ₃		3,20±0,14	3,90±0,26	0,67±0,04	0,46±0,03	30,30±0,96
5	H ₀	N ₈₂ P ₀ K ₁₀₈	4,50±0,14	5,30±0,26	0,97±0,04	0,64±0,03	42,20±0,96
6	H ₁		5,00±0,14	5,30±0,26	0,99±0,04	0,72±0,03	46,70±0,96
7	H ₂		5,20±0,14	5,60±0,26	1,13±0,04	0,74±0,03	48,60±0,96
8	H ₃		5,90±0,14	7,20±0,26	1,39±0,04	0,85±0,03	55,20±0,96

веществе — на 0,21% и 0,23% по сравнению с вариантами 1 и 5 соответственно.

Питательная ценность зеленой массы вико-овсяной смеси при использовании в технологических операциях микробиологических удобрений представлена в таблице 3. При расчете питательности зеленой массы вико-овсяной смеси использовали показатели таблицы 2 и данные справочника по питательности кормов для условий СЗФО.

Двукратное исследование микробиологических удобрений при производстве зеленой массы вико-овсяной смеси привело к увеличению сырого протенина в корме для сельскохозяйственных животных в вариантах 4 и 8 в среднем за 3 года на 80% и 43% по отношению в вариантах 1 и 5 соответственно. Это экономит потребление кормов в животноводстве и снижает себестоимость

продуктов животного происхождения для населения Новгородской области, что согласуется с другими исследованиями [12, 13].

Лучшая питательная ценность в среднем за 3 года получена в варианте 8 со следующими показателями по зеленой массе вико-овсяной смеси: сырой протеин — 1,39 т/га с содержанием в кормовой единице 235 г; сухое вещество — 7,2 т/га, обменная энергия для КРС — более 55 ГДж с содержанием в 1 кг зеленой массы вико-овсяной смеси 1,5 МДж. Подтверждается исследованиями [8, 14, 15].

Расчет баланса гумуса (табл. 4), проведенный по методическим указаниям, показал, что прироста гумуса почвы нет только в варианте 1 без использования микробиологических удобрений.

Наибольший прирост гумуса в почве получили по фактору H₃ в вариантах 4 (0,17 т/га без внесения минеральных удобрений) и 8 (0,21 т/га с внесением минеральных удобрений в дозе N₈₂P₀K₁₀₈) по отношению к вариантам 1 и 5 соответственно, что подтверждается исследованиями [7, 16].

В таблице 5 приведены энергоэкономические показатели производства зеленой массы вико-овсяной смеси.

При изучении приемов использования новых микробиологических удобрений при производстве зеленой массы вико-овсяной смеси наиболее высокие энергоэкономические показатели получили, применяя в технологиях двукратно «Арксоил Азот» и «Арксоил Фосфор» (обработка семян перед посевами и некорневая подкормка) с внесением минеральных удобрений на планируемую

Таблица 4. Баланс гумуса почвы при возделывании зеленой массы вико-овсяной смеси (в среднем за 2022–2024 гг.)

Table 4. The balance of soil humus during cultivation of the green mass of the vico-oat mixture (on average for 2022–2024)

№ варианта	Гумификация пожнивно-корневых остатков, т/га	Минерализация гумуса, т/га	Баланс гумуса, ±, т/га
1	0,31±0,28	0,34±0,16	-0,03±0,01
2	0,39±0,28	0,34±0,16	0,05±0,01
3	0,41±0,28	0,34±0,16	0,07±0,01
4	0,48±0,28	0,34±0,16	0,14±0,01
5	0,67±0,28	0,34±0,16	0,33±0,01
6	0,75±0,28	0,34±0,16	0,41±0,01
7	0,78±0,28	0,34±0,16	0,44±0,01
8	0,88±0,28	0,34±0,16	0,54±0,01

Таблица 5. Энергоэкономические показатели производства зеленой массы вико-овсяной смеси (в среднем за 2022–2024 годы)

Table 5. Energy-economic indicators of the production of green mass of vico-oat mixture (on average for 2022–2024)

№ варианта	Фактор В	Доза минеральных удобрений, кг д. в. / га	Продуктивность, т к. ед. / га	Энергоемкость основной продукции, ГДж/т	Энергетическая эффективность, ед.	Рентабельность затрат, %
1	B ₀	N ₀ P ₀ K ₀	2,1	1,8	6,0	31
2			2,6	1,6	6,5	62
3			2,7	1,6	6,5	60
4			3,2	1,5	7,1	57
5	B ₁	N ₈₂ P ₀ K ₁₀₈	4,5	3,6	3,9	80
6			5,0	3,3	4,2	84
7			5,2	2,8	4,3	85
8			5,9	2,6	4,5	104

урожайность (фон 2) в варианте 8: энергоемкость основной продукции — 2,6 ГДж/т, энергетическая эффективность — 4,5 ед. (полученная путем деления выхода энергии наземной фитомассы, ГДж/га), на энергоемкость технологий (антропогенная невозобновляемая энергия — химические удобрения, технические средства и др., ГДж/га). Рентабельность в указанном варианте составила 104%. Расчет себестоимости для определения рентабельности проведен в ценах 2024 года. Результаты подтверждаются проведенными ранее исследованиями [8, 11].

Выводы/Conclusions

Настоящие исследования демонстрируют агрономическую и энергоэкономическую эффективность комплексного применения микробиологических удобрений «Арксоил Азот» и «Арксоил Фосфор» и минеральных при возделывании вико-овсяной смеси на зеленый корм на дерново-подзолистой почве в условиях Новгородской области.

При возделывании зеленой массы вико-овсяной смеси в технологические операции необхо-

димо включать предпосевную обработку семян и последующую некорневую подкормку вегетирующих растений микробиологическими удобрениями на фоне внесения минеральных удобрений в расчете на планируемую урожайность в дозе $N_{82}P_{0}K_{108}$. Это обеспечило максимальную прибавку урожая зеленой массы — 8,7 т/га (31% к контролю).

С ростом продуктивности произошло существенное улучшение питательности зеленой массы вико-овсяной смеси: увеличился сбор сырого протеина до 1,39 т/га. При внесении минеральных удобрений на плановую урожайность и двукратном внесении микробиологических удобрений повысилась энергетическая ценность корма: обменная энергия для КРС составила 55,2 ГДж/га против 30,3 ГДж/га без применения удобрений.

В указанной технологии получен лучший энергоэкономический результат: рентабельность — на уровне 104% при одновременном снижении энергоемкости производства до 2,6 ГДж/т, энергопотенциал почвы повысился на 13 ГДж/га, что очень важно для бедных дерново-подзолистых почв.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены при поддержке Министерства науки и образования РФ в рамках государственного задания № FFZF-2025-0009, рег. № НИОКР 125031803947-7.

FUNDING

The research was carried out with the support of the Ministry of Science and Education of the Russian Federation within the framework of the state assignment No. FFZF-2025-0009, R&D reg. No. 125031803947-7.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дегунова Н.Б., Шкодина Е.П. Агроэкосистемы с многолетними травами в кормопроизводстве Новгородской области. *Владимирский земледелец*. 2017; (3): 17–20. EDN ZGQFGVB
2. Сабирова Т.П., Сабиров Р.А., Шукин С.В., Соколов И.М., Ошкина Г.К. Продуктивность вико-овсяной смеси в кормовом севообороте при различных технологиях возделывания. *Владимирский земледелец*. 2018; (4): 33–37. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2018-10038>
3. Сабирова Т.П., Лобанова А.А., Тихонов А.В., Трущенко А.А. Улучшенная технология производства кормов с высокой энергетической и протеиновой питательностью в зернотравяном севообороте при сохранении и повышении плодородия почвы. Ярославль: *Канцлер*. 2024; 177. ISBN 978-5-907966-12-3 EDN IZXCFCG
4. Покровская Е.В., Ефимова В.С. Динамика плодородия почв Новгородской области. *Плодородие*. 2003; (2): 13–14.
5. Виноградов Д.В., Зубкова Т.В. Влияние способов обработки почвы и биологических удобрений на урожайность ярового рапса и озимой пшеницы в условиях лесостепи. *Аграрный научный журнал*. 2023; (11): 21–28. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i11pp21-28>
6. Пилипенко Н.Г., Андреева О.Т., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю. Создание агроценозов кормовых культур для весеннего и раннелетнего использования в лесостепной зоне Забайкальского края. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2018; 48(4): 43–50. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-4-6>
7. Жариков М.Г., Салпагаров Р.Ю., Грунская В.П. Эффективность нового органоминерального удобрения «Арксоил» на посевах озимой пшеницы. *Актуальная биотехнология*. 2019; (3): 258–263. EDN YQUDEG
8. Тиранова Л.В. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на качество кормов и плодородие почвы в Новгородской области. *Плодородие*. 2022; (2): 26–29. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.125.07>

REFERENCES

1. Degunova N.B., Shkodina E.P. Agroecosystems with perennial grasses in forage production of Novgorod region. *Vladimir agriculturalist*. 2017; (3): 17–20 (in Russian). EDN ZGQFGVB
2. Sabirova T.P., Sabirov R.A., Shchukin S.V., Sokolov I.M., Oshkina G.K. Efficiency of the oat-vetch mixture in the fodder crop rotation by different cultivation technologies. *Vladimir agriculturalist*. 2018; (4): 33–37 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2018-10038>
3. Sabirova T.P., Lobanova A.A., Tikhonov A.V., Trushchenko A.A. Improved technology for the production of feed with high energy and protein nutrition in the grain crop rotation while maintaining and increasing soil fertility. Yaroslavl: *Kantsler*. 2024; 177 (in Russian). ISBN 978-5-907966-12-3 EDN IZXCFCG
4. Pokrovskaya E.V., Efimova V.S. Dynamics of soil fertility in the Novgorod region. *Plodorodie*. 2003; (2): 13–14 (in Russian).
5. Vinogradov D.V., Zubkova T.V. Influence of tillage methods and biological fertilizers on the yield of spring rapeseed and winter wheat in forest-steppe conditions. *The Agrarian Scientific Journal*. 2023; (11): 21–28 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i11pp21-28>
6. Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu. Creation of agrocenoses of fodder crops for spring and early summer use in the foreststeppe zone of the Trans-Baikal Territory. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2018; 48(4): 43–50 (in Russian). <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-4-6>
7. Zharikov M.G., Salpagarov R.Yu., Grunskaya V.P. The effectiveness of the new organo-mineral fertilizer “Arksoil” on winter wheat crops. *Topical biotechnology*. 2019; (3): 258–263 (in Russian). EDN YQUDEG
8. Tiranova L.V. The influence of microbiological and mineral fertilizers on quantitative indicators of feed quality in the crop rotation link and soil fertility in the Novgorod region. *Plodorodie*. 2022; (2): 26–29 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.125.07>

9. Тиранова Л.В. Действие микробиологических удобрений «Арксоил Азот» и «Арксоил Фосфор» на продуктивность и питательную ценность зеленой массы редьки масличной в северо-западной зоне России. *Кормопроизводство*. 2025; (7): 22–26. EDN AQRJEQ
10. Рябченко Л.Н., Красникова К.Е., Федоров И.А. Эффективность препарата «Арксоил» ККР при выращивании мини-клубней картофеля. *Картофель и овощи*. 2024; (1): 31–32. EDN PWHLJH
11. Тиранова Л.В. Влияние биологических факторов на продуктивность и плодородие дерново-подзолистой почвы в усовершенствованном севообороте. *Плодородие*. 2024; (3): 83–86. <https://doi.org/10.24412/1994-8603-2024-3138-83-86>
12. Мельцаев И.Г. Полевое кормопроизводство — залог успешного развития животноводства и повышения плодородия почвы. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2017; (2): 5–9. EDN ZBEQUD
13. Коновалов А.В., Сабирова Т.П., Ильина А.В., Лобанова А.А., Тихонов А.В. Совершенствование технологии возделывания кормовых культур как основы устойчивого развития кормопроизводства в Ярославской области. *Кормопроизводство*. 2022; (7): 10–14. EDN BZPAMB
14. Бобренко И.А., Кормин В.П., Попова В.И., Чернявская М.А. Эффективность биоудобрений и стимуляторов роста при возделывании яровой пшеницы на агрочерноземе квазиглеевом. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2023; (11): 26–31. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-229-11-26-31>
15. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Серкова Г.А. Новые биоудобрения в технологии возделывания яровых зерновых культур. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2023; (2): 125–132. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-67-2-125-132>
16. Тиранова Л.В., Тиранов А.Б. Эффективность комплексного использования минеральных и микробиологических удобрений на урожайность озимой ржи в условиях Новгородской области. *Аграрная наука*. 2021; (2): 81–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-81-83>
9. Tiranova L.V. Effect of microbiological fertilizers “Arksoil Nitrogen” and “Arksoil Phosphorus” on the productivity and nutritional value of the green mass of *Raphanus sativus* L. in the north-western zone of Russia. *Kormoproizvodstvo*. 2025; (7): 22–26 (in Russian). EDN AQRJEQ
10. Ryabchenko L.N., Krasnikova K.E., Fedorov I.A. The effectiveness of the drug “Arksoil” KKR in the cultivation of potato mini tubers. *Potato and vegetables*. 2024; (1): 31–32 (in Russian). EDN PWHLJH
11. Tiranova L.V. The influence of biological factors on the productivity and fertility of sod-podzolic soil in an improved crop rotation. *Plodorodie*. 2024; (3): 83–86 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/1994-8603-2024-3138-83-86>
12. Meltsaev I.G. Field fodder production — place successful livestock development and increase of soil fertility. *Agrarian journal of Upper Volga region*. 2017; (2): 5–9 (in Russian). EDN ZBEQUD
13. Konovalov A.V., Sabirova T.P., Iliina A.V., Lobanova A.A., Tikhonov A.V. Optimization of forage crop production as a basis for sustainable feed production in the Yaroslavl region. *Kormoproizvodstvo*. 2022; (7): 10–14 (in Russian). EDN BZPAMB
14. Bobrenko I.A., Kormin V.P., Popova V.I., Chernyavskaya M.A. Effectiveness of biofertilizers and growth promoters in spring wheat growing on quasi-gley agrochernozem. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2023; (11): 26–31 (in Russian). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-229-11-26-31>
15. Sheshegova T.K., Shchekleina L.M., Serkova G.A. New biofertilizers in the technology of culturing spring grain crops. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2023; (2): 125–132 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-67-2-125-132>
16. Tiranova L.V., Tiranov A.B. Efficiency of integrated use of mineral and microbiological fertilizers on winter rye yield in the Novgorod region. *Agrarian science*. 2021; (2): 81–83 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-81-83>

ОБ АВТОРАХ

Людмила Васильевна Тиранова

кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник
tiranova.zevs1954@yandex.ru
<https://orcid.org/000-0003-0277-3771>

Александр Владимирович Григорьев

старший научный сотрудник
sashagr0003@mail.ru
<https://orcid.org/000-0002-6093-0045>

Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Санкт-Петербургского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Парковая, 2, дер. Борки, Новгородский р-н,
Новгородская обл., 173516, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Lyudmila Vasilyevna Tiranova

Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher
tiranova.zevs1954@yandex.ru
<https://orcid.org/000-0003-0277-3771>

Alexander Vladimirovich Grigoriev

Senior Researcher
sashagr0003@mail.ru
<https://orcid.org/000-0002-6093-0045>

Novgorod Research Institute of Agriculture is a branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,

2 Parkovaya st., Borki Village, Novgorodsky District, Novgorod Region, 173516, Russia