

УДК 633.11 : 631.147(470.40)

**БИОЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

© 2026 Ю.В. Корягин, Н.П. Чекаев, Н.В. Корягина, В.И. Грязева

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

Статья поступила в редакцию 28.09.2026

Ссылка для цитирования: Корягин Ю.В., Чекаев Н.П., Корягина Н.В., Грязева В.И. Биологизация технологии возделывания озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. 2026. Т. 5. № 2. С. 66-75.

Исследования проводились в 2023–2025 гг. в почвенно-климатических условиях Пензенского района Пензенской области. Целью исследований – научное обоснование применения микробиологических препаратов «Органин Н», «Органин П», «Оргамика С» и стимулятора роста «Биодукс» для повышения продуктивности и качества зерна озимой пшеницы сорта Еланчик в условиях Пензенской области. Почва – чернозём выщелоченный среднегумусный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 5,3...6,2 %, pH 5,3...5,4, подвижного фосфора 60,8...75,7 мг/кг, обменного калия 100,5...110,8 мг/кг. Опыт заложен методом рендомизированного размещения в трёхкратной повторности. Схема включала: контроль (обработка семян водой); обработку семян препаратами (норма 1 л/т каждого микробиологического препарата и 4 мл/т «Биодукс»); обработку семян + опрыскивание растений в фазу кущения (1 л/га и 4 мл/га соответственно).

Установлено, что обработка семян обеспечила прибавку урожайности 0,64 т/га (13,53 %), комплексная обработка – 1,03 т/га (21,78 %) относительно контроля (4,73 т/га). Урожайность в этих вариантах составила 5,37 и 5,76 т/га соответственно ($НСР_{05} = 0,57$ т/га). Масса 1000 семян возросла с 43,9 до 46,1 г (+2,2 г), натура зерна – с 840,30 до 853,22 г/л (+12,4 г/л), стекловидность – с 49,3 до 52,3 % (+3,0 %), содержание белка – с 14,17 до 15,31 % (+1,14 %), клейковины – с 26,3 до 29,1 % (+2,8 %) с улучшением её качества со II до I группы (ИДК 73,0 усл. ед.). Содержание тяжёлых металлов в зерне не превышало ПДК. Наибольший условно чистый доход (10890 руб./га) получен при комплексной обработке.

Таким образом, комплексное применение микробиологических препаратов и стимулятора роста обеспечивает достоверное повышение урожайности, улучшение технологических качеств зерна и высокую экономическую эффективность в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), микробиологические препараты, стимуляторы роста, продуктивность, качество зерна, биологическое земледелие.

DOI: 10.37313/2782-6562-2026-5-2-66-75

EDN: NDVKEO

ВВЕДЕНИЕ

Озимая пшеница является главной продовольственной культурой России, обеспечивающей продовольственную безопасность страны [2, 11, 15]. Увеличение валовых сборов зерна и улучшение его качества остаются приоритетными задачами аграрной науки и практики [6, 9, 12]. В условиях нарастающей антропогенной нагрузки на агроэкосистемы и изменения климата всё большее значение приобретает биологизация земледелия – использование микробиологических препаратов и стимуляторов роста природного происхождения, способных повышать продуктивность растений при снижении химической нагрузки [3, 14, 15].

Микробиологические препараты содержат живые культуры полезных микроорганизмов, которые фиксируют атмосферный азот, мобилизуют труднодоступные формы фосфора и калия,

Корягин Юрий Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой «Селекция, семеноводство и биология растений». E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru

Чекаев Николай Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой «Почвоведение, агрохимия и химия». E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru

Корягина Наталья Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Селекция, семеноводство и биология растений». E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru

Грязева Валентина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Селекция, семеноводство и биология растений». E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru

синтезируют физиологически активные вещества и подавляют развитие фитопатогенов. Их применение позволяет снизить дозы минеральных удобрений и пестицидов без потери урожайности, что соответствует современным принципам экологически безопасного и ресурсосберегающего земледелия [7, 8, 13].

Исследования в области применения биопрепаратов на зерновых культурах ведутся в разных регионах России. Изучено влияние таких препаратов, как «Азотовит», «Фосфатовит», «Ризоагрин», «Флавобактерин», «Экстрасол», «Планриз» и стимуляторов роста на продуктивность ячменя и озимой пшеницы [1, 5, 14, 16]. Однако остаются недостаточно изученными вопросы эффективности комплексного применения микробиологических препаратов нового поколения («Органин Н», «Органин П», «Оргамика С») и стимулятора роста растений «Биодукс» в технологии возделывания озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Пензенской области. Не установлены оптимальные сроки и способы обработки семян и вегетирующих растений, не выявлена степень их влияния на элементы структуры урожая и технологические качества зерна. Не определена экономическая целесообразность применения этих препаратов в конкретных условиях региона, характеризующегося неустойчивым увлажнением и частыми засухами.

Таким образом, проблема повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы на основе биологизации земледелия требует комплексного изучения и научного обоснования применительно к условиям Пензенской области. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки эффективных агроприёмов, обеспечивающих стабильное производство высококачественного зерна при снижении антропогенной нагрузки на агроэкосистемы.

Цель исследований — научное обоснование применения микробиологических препаратов «Органин Н», «Органин П», «Оргамика С» и стимулятора роста растений «Биодукс» для повышения продуктивности и качества зерна озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Пензенской области.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Изучить влияние обработки семян и вегетирующих растений микробиологическими препаратами и стимулятором роста на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы.
2. Установить действие изучаемых препаратов на урожайность и технологические качества зерна озимой пшеницы сорта Еланчик.
3. Определить экономическую эффективность применения микробиологических препаратов и стимулятора роста в технологии возделывания озимой пшеницы.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2024–2025 гг. в почвенно-климатических условиях Пензенского района Пензенской области. Район расположен в центральной части Пензенской области, которая относится к лесостепной зоне Среднего Поволжья.

Почва опытного участка — чернозём выщелоченный среднегумусный тяжелосуглинистый. Агрохимическая характеристика пахотного слоя (0...30 см): содержание гумуса — 5,3...6,2 % (по Тюрину); реакция почвенного раствора — слабокислая, $\text{pH}_{\text{КС}}$ 5,3...5,4; содержание подвижного фосфора — среднее 60,8...75,7 мг/кг почвы (по Чирикову); содержание обменного калия — повышенное 100,5...110,8 мг/кг почвы (по Чирикову), содержание щелочногидролизующего азота — низкое 99,1...103,4 мг/кг почвы (по Корнфилду).

Климат Пензенской области умеренно-континентальный. Сумма активных температур выше 10°C составляет 2400°C, среднегодовое количество осадков — 460...500 мм, гидротермический коэффициент — 0,9...1,1. Вегетационный период озимой пшеницы длится 240...320 дней. Устойчивый снежный покров образуется в конце ноября — начале декабря, его высота составляет в среднем 40 см. Продолжительность безморозного периода — 125...138 дней.

Метеорологические условия в годы исследований были контрастными. За трёхлетний период исследований в среднем количество осадков за вегетационный период озимой пшеницы оказалось на 191,7...283,6 мм ниже среднееголетних значений, Температурный режим в период исследований был близок к среднееголетним значениям. Такие условия позволили объективно оценить эффективность изучаемых препаратов, в том числе их способность сглаживать негативное влияние засушливых периодов на растения.

Объектом исследований служил сорт озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Еланчик селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко». Сорт среднеранний, среднерослый, вегетационный период — 212–299 дней. В 2020 году включён в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, по Центрально-Чернозёмному (5), Северо-Кавказскому (6) и

Нижеволжскому (8) регионам. Обладает высокой морозостойкостью, устойчив к полеганию, бурой ржавчине и мучнистой росе. Внесён в список сортов «сильных» по качеству зерна. Масса 1000 семян – 38–49 г.

«Оргамика С» – биофунгицид на основе спор *Bacillus amyloliquefaciens* (титр не менее 5×10^9 КОЕ/мл). Препаративная форма – жидкость. Назначение: защита растений от широкого спектра грибных и бактериальных фитопатогенов, подавление корневых и прикорневых гнилей, листовых болезней. Механизм действия основан на прорастании спор в вегетативные клетки, которые колонизируют обработанные поверхности растения и подавляют рост патогенов посредством вырабатываемых метаболитов (ферментов и антибиотических веществ).

«Органит П» – микробиологическое удобрение на основе спор штамма *Bacillus megaterium* (титр не менее 1×10^9 КОЕ/мл). Препаративная форма – жидкость. Назначение: мобилизация труднодоступных форм фосфора и калия, стимуляция корнеобразования и роста растений. Бактерии колонизируют ризосферу, растворяют органические и неорганические соединения фосфора и калия, продуцируют фитогормоны ауксинового ряда. Коэффициент доступности фосфорных и калийных удобрений увеличивается до 30%.

«Органит Н» – микробиологическое удобрение на основе клеток и метаболитов штамма *Azospirillum zeae* (титр не менее 1×10^9 КОЕ/мл). Препаративная форма – жидкость. Назначение: азотное питание растений за счёт фиксации атмосферного азота, стимулирование корнеобразования и роста. Бактерии связывают газообразный азот с образованием ионов аммония, синтезируют фитогормоны. Позволяет снизить дозы азотных удобрений до 30%.

«Биодукс» – стимулятор роста на основе комплекса биологически активных полиненасыщенных жирных кислот почвенного гриба *Mortierella alpina*. Препаративная форма – жидкость. Назначение: стимулирование развития корневой системы и генеративных органов, повышение устойчивости к пестицидным и погодным стрессам, усиление усвоения элементов минерального питания. Механизм действия основан на активации генов устойчивости, ростовых факторов и фитогормонов.

Опыт был заложен методом рендомизированного размещения вариантов в трёхкратной повторности. Общая площадь делянки – 25 га, учётная площадь – 20 га. Схема опыта включала следующие варианты: 1. Обработка семян перед посевом водой (контроль); 2. Обработка семян перед посевом «Органит Н», «Органит П», «Оргамика С» и «Биодукс»; 3. Обработка семян перед посевом «Органит Н», «Органит П», «Оргамика С» и «Биодукс» + обработка растений в фазу кущения «Органит Н», «Органит П», «Оргамика С» и «Биодукс».

Микробиологические препараты «Органит Н», «Органит П», «Оргамика С» применялись для обработки семян озимой пшеницы перед посевом при норме расхода 1 литр на тонну семян каждого и стимулятор роста «Биодукс» при норме расхода 4 миллилитра на тонну семян, а при обработке растений озимой пшеницы в фазу кущения норма расхода микробиологических препаратов «Органит Н», «Органит П», «Оргамика С» составила 1 литр на гектар каждого препарата и стимулятора роста «Биодукс» 4 миллилитра на гектар. Норма расхода рабочей жидкости при обработке семян – 10 л/т, при опрыскивании вегетирующих растений – 300 л/га.

Агротехника – общепринятая для региона. Предшественник – чистый пар. Основная обработка почвы включала лущение стерни и вспашку на глубину 25...27 см. Весенняя предпосевная обработка состояла из боронования и культивации. Посев проводили в первой декаде сентября с нормой высева 5,5 млн всхожих семян на 1 га, с междурядьем 19,5 см, на глубину 4...5 см. Уход за посевами включал обработку гербицидами и инсектицидами по общепринятой для региона технологии. Уборку проводили в фазу полной спелости зерна.

Все наблюдения и учёты проводили по общепринятым методикам. Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [4].

Фенологические наблюдения проводили в течение всего вегетационного периода. Отмечали даты наступления основных фаз развития: всходы, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, молочная, восковая и полная спелость. Начало фазы фиксировали при вступлении в неё 10 % растений, полное наступление – при 75%.

Учёт элементов структуры урожая проводили следующим образом: перед уборкой отбирали сноповые образцы с каждой делянки по 25 растений озимой пшеницы. Анализ структуры урожая проводили по следующим показателям: высота растения, длина стебля, длина колоса, количество зёрен на растении, масса зерна с одного растения. Массу 1000 семян определяли по ГОСТ 10842-89.

Оценка качества зерна озимой пшеницы проводили по следующим показателям: Натуру зерна определяли на литровой пурке (ГОСТ 10840-64). Стекловидность – визуальным методом с использованием диафаноскопа (ГОСТ 10987-76). Содержание белка – методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-2019). Содержание сырой клейковины и её качество – по ГОСТ 13586.1-68 с использованием прибора ИДК (измеритель деформации клейковины). Содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd) в почве и зерне – методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 7.0. Рассчитывали средние значения, стандартные отклонения, наименьшую существенную разность (НСР₀₅). Достоверность различий между вариантами оценивали при уровне значимости 5%.

Экономическую эффективность рассчитывали на основе технологических карт, учитывающих фактические затраты на применение препаратов, уборку и доработку дополнительной продукции. Определяли следующие показатели: прибавка урожая, затраты на прибавку, стоимость прибавки, условно чистый доход.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность зерна является интегральным показателем, формирующимся под влиянием множества элементов структуры урожая. Анализ сноповых образцов показал, что изучаемые препараты оказали положительное влияние на все основные компоненты продуктивности растений (таблица 1).

Таблица 1. Элементы структуры урожая озимой пшеницы (2023–2025 гг.)

Показатели	Обработка семян перед посевом водой (контроль)	Обработка семян перед посевом «Органик Н», «Органик П», «Органика С» и «Биодукс»	Обработка семян перед посевом «Органик Н», «Органик П», «Органика С» и «Биодукс» + обработка растений в фазу кущения «Органик Н», «Органик П», «Органика С» и «Биодукс»
Высота стебля, см	61,8	65,4	66,8
Длина колоса, см	7,8	8,6	8,9
Общая высота, см	69,6	74,0	75,7
Зёрен на 1 растении, шт	29,6	32,2	34,9
Масса зерна с 1 растения, г	1,14	1,29	1,41

Наиболее выраженное влияние препараты оказали на общую высоту растений, которая в третьем варианте достигла 75,7 см, превысив контроль на 6,1 см. Это свидетельствует об активизации ростовых процессов под действием фитогормонов, синтезируемых бактериями *Azospirillum zeae* и *Bacillus megaterium*, а также липидного комплекса «Биодукс».

Длина колоса увеличилась с 7,8 см в контроле до 8,9 см в третьем варианте (+1,1 см). Количество зёрен на одном растении возросло на 5,3 шт. (с 29,6 до 34,9 шт.), а масса зерна с растения — на 0,27 г (с 1,14 до 1,41 г). Эти изменения носят причинно-следственный характер: улучшение азотного и фосфорно-калийного питания растений в критические фазы развития способствовало закладке большего числа колосков в колосе и лучшему наливу зерна.

Важно отметить, что эффект от комплексной обработки (семена + растения) был выше, чем от обработки только семян. Это объясняется тем, что весенняя обработка в фазу кущения обеспечивает дополнительное поступление питательных веществ и физиологически активных соединений именно в тот период, когда растения наиболее нуждаются в них для формирования продуктивного колоса.

Урожайность — интегральный показатель эффективности применяемых агроприемов. Анализ урожайности зерна озимой пшеницы сорта Еланчик в среднем за годы исследований выявил устойчивую тенденцию к её повышению под действием изучаемых препаратов (таблица 2). Наименьшая урожайность во все годы исследований формировалась в контрольном варианте, где обработка семян проводилась водой, и она составила 4,73 т/га.

Таблица 2. Урожайность зерна озимой пшеницы (2023–2025 гг.)

Вариант	Урожайность т/га,	Прибавка	
		т/га	%
Обработка семян перед посевом водой (контроль)	4,73	–	–
Обработка семян перед посевом «Органин Н», «Органин П», «Оргамик С» и «Биодукс»	5,37	0,64	13,53
Обработка семян перед посевом «Органин Н», «Органин П», «Оргамик С» и «Биодукс» + обработка растений в фазу кущения «Органин Н», «Органин П», «Оргамик С» и «Биодукс»	5,76	1,03	21,78
НСР ₀₅	0,57		

Применение препаратов для предпосевной обработки семян обеспечило достоверную прибавку урожая 0,64 т/га (13,53%). Комплексная обработка, включающая дополнительное опрыскивание вегетирующих растений в фазу кущения, увеличила урожайность на 1,03 т/га (21,78%) относительно контроля. Различия между вариантами статистически достоверны, поскольку превышают значения НСР₀₅ как по годам, так и в среднем за два года.

Обращает на себя внимание тот факт, что в 2025 году урожайность была существенно выше, чем в 2024 году, во всех вариантах опыта. Это связано с более благоприятными погодными условиями в период налива и созревания зерна. Вместе с тем, относительная прибавка от применения препаратов в 2024 году была выше (13,41...24,50%), чем в 2025 году (7,18...15,17%). Такая закономерность указывает на то, что эффективность биопрепаратов возрастает в менее благоприятных по увлажнению условиях, что подтверждает их стресс-протекторное действие.

Полученные результаты согласуются с данными других исследователей. В частности, А.А. Завалин (2019, 2021) указывал на эффективность комплексного применения биопрепаратов и минеральных удобрений, подчёркивая синергетический характер их взаимодействия. Ю.В. Корягин, Н.В. Корягина и др. (2020) отмечали, что применение микробиологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» на озимой пшенице обеспечивало прибавку урожая до 32,4 %. В наших исследованиях прибавка была несколько ниже, что, вероятно, связано с различиями в почвенно-климатических условиях и используемых препаратах.

Полученные результаты согласуются с данными других исследователей. Так, Ю.В. Корягин, Н.В. Корягина и др. (2020) отмечали, что микробиологические удобрения «Азотовит» и «Фосфатовит» увеличивали продуктивность озимой пшеницы на 32,4%. А.А. Завалин (2019) указывал на эффективность комплексного применения биопрепаратов и минеральных удобрений.

Масса 1000 семян является важным показателем крупности и выполненности зерна, который напрямую связан с его мукомольными свойствами. Результаты исследований показали, что изучаемые препараты способствовали увеличению этого показателя (таблица 3).

Таблица 3. Масса 1000 семян и натура зерна озимой пшеницы (2023–2025 гг.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Натура зерна, г/л
Обработка семян перед посевом водой (контроль)	43,9	840,30
Обработка семян перед посевом «Органин Н», «Органин П», «Оргамик С» и «Биодукс»	44,6	848,24
Обработка семян перед посевом «Органин Н», «Органин П», «Оргамик С» и «Биодукс» + обработка растений в фазу кущения «Органин Н», «Органин П», «Оргамик С» и «Биодукс»	46,1	853,22

В контрольном варианте масса 1000 семян составила 43,9 г, в третьем варианте — 46,1 г, что на 2,2 г (5,0%) больше. Натура зерна увеличилась с 840,30 до 853,22 г/л (+12,4 г/л, или 1,5%). Увеличение натуры свидетельствует о лучшей выполненности зерна, что является следствием более полного налива и формирования эндосперма.

Выявленная закономерность согласуется с данными Н.Н. Захаровой, Н.Г. Захаровым и В.А. Исайчевым (2022), которые указывают на тесную корреляционную связь между натурой зерна и выходом муки. Повышение натуры может обеспечить дополнительный выход муки, что имеет практическое значение для мукомольной промышленности.

Стекловидность зерна — один из важнейших показателей его технологических свойств. Высокостветловидное зерно даёт больше муки высокого качества. Результаты исследований показали положительное влияние препаратов на этот показатель (таблица 4).

Таблица 4. Стекловидность и содержание белка в зерне озимой пшеницы (2023–2025 гг.)

Вариант	Стекловидность, %	Содержание белка, %
Обработка семян перед посевом водой (контроль)	49,3	14,17
Обработка семян перед посевом «Органин Н», «Органин П», «Оргамика С» и «Биодукс»	51,2	14,42
Обработка семян перед посевом «Органин Н», «Органин П», «Оргамика С» и «Биодукс» + обработка растений в фазу кущения Органин Н», «Органин П», «Оргамика С» и «Биодукс»	52,3	15,31

Стекловидность зерна в третьем варианте достигла 52,3%, что на 3,0% выше контроля. Содержание белка увеличилось с 14,17% в контроле до 15,31% в третьем варианте (+1,14%). Это существенное улучшение, поскольку белок определяет питательную ценность и хлебопекарные свойства муки.

Увеличение содержания белка под действием биопрепаратов объясняется улучшением азотного питания растений. Бактерии *Azospirillum zeae*, фиксируя атмосферный азот, обеспечивают дополнительное поступление этого элемента в растения, что способствует синтезу белковых веществ. Кроме того, «Биодукс», активируя ростовые процессы и усвоение элементов минерального питания, косвенно способствует накоплению белка в зерне.

Полученные результаты согласуются с данными А.А. Завалина (2019), который отмечал, что применение биопрепаратов увеличивало содержание белка в зерне пшеницы на 0,84...1,0%. В наших исследованиях прирост был несколько выше, что может быть связано с комплексным применением нескольких препаратов.

Клейковина — ключевой показатель хлебопекарных качеств зерна. Её содержание и качество определяют объёмный выход хлеба, его пористость и другие характеристики. Результаты исследований показали, что изучаемые препараты не только увеличили содержание клейковины, но и улучшили её качество (таблица 5).

Таблица 5. Содержание и качество сырой клейковины в зерне озимой пшеницы

Вариант	Содержание клейковины, %	Показатель ИДК, усл. ед.	Группа качества
Обработка семян перед посевом водой (контроль)	26,3	97,3	II (средняя, удовлетворительно сильная)
Обработка семян перед посевом «Органин Н», «Органин П», «Оргамика С» и «Биодукс»	27,0	88,9	II (средняя, удовлетворительно сильная)
Обработка семян перед посевом «Органин Н», «Органин П», «Оргамика С» и «Биодукс» + обработка растений в фазу кущения Органин Н», «Органин П», «Оргамика С» и «Биодукс»	29,1	73,0	I (сильная)

В контрольном варианте содержание клейковины составило 26,3% при показателе ИДК 97,3 усл. ед., что соответствует II группе качества (средняя, удовлетворительно сильная). В третьем варианте содержание клейковины достигло 29,1% (+2,8%), а показатель ИДК снизился до 73,0 усл. ед., что соответствует I группе качества (сильная клейковина).

Переход клейковины из II в I группу качества имеет важное практическое значение. Сильная клейковина обеспечивает высокие хлебопекарные свойства муки, позволяя получать хлеб с большим объёмом, хорошей пористостью и формоустойчивостью. Это особенно важно для производства хлебоулучшающих изделий высокого качества.

Улучшение качества клейковины под действием препаратов можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, улучшение азотного питания способствует синтезу белков клейковины — глиадины и глютелина. Во-вторых, сбалансированное фосфорно-калийное питание, обеспечиваемое

«Органит П», способствует формированию более прочных связей в белковом комплексе. В-третьих, «Биодукс», активируя ферментативные системы, оптимизирует процессы созревания зерна.

В связи с возрастающими требованиями к безопасности продуктов питания были проведены исследования по определению содержания тяжёлых металлов в почве и зерне (таблица 6).

Таблица 6. Содержание тяжёлых металлов в почве и зерне озимой пшеницы (2023–2025 гг.)

Содержание металла, мг/кг		Вариант опыта		
		Обработка семян перед посевом водой (контроль)	Обработка семян перед посевом «Органит Н», «Органит П», «Оргамика С» и «Биодукс»	Обработка семян перед посевом «Органит Н», «Органит П», «Оргамика С» и «Биодукс» + обработка растений в фазу кущения Органит Н», «Органит П», «Оргамика С» и «Биодукс»
В почве	Zn	42,55	42,30	42,29
	Cu	10,93	10,51	10,51
	Pb	18,27	18,43	18,42
	Cd	0,35	0,32	0,32
В зерне	Zn	13,22	12,95	12,93
	Cu	1,35	1,39	1,39
	Pb	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01
	Cd	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05

Содержание всех изучаемых элементов в почве значительно ниже предельно допустимых концентраций. В зерне содержание цинка и меди также не превышает допустимых норм, а свинец и кадмий практически не обнаруживаются. Это позволяет характеризовать полученную продукцию как экологически чистую, соответствующую требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 (п. 1.6.1), так как ПДК тяжёлых металлов в почве (мг/кг): Zn — 200,0; Cu — 132,0; Pb — 130,0; Cd — 2,0 и в зерне (мг/кг): Zn — 50,0; Cu — 10,0; Pb — менее 0,01; Cd — менее 0,01.

Отсутствие накопления тяжёлых металлов в зерне при применении биопрепаратов имеет важное значение. Это свидетельствует о том, что интенсификация производства за счёт биологизации не приводит к ухудшению экологических характеристик продукции. Более того, улучшение питания растений и активизация их метаболизма могут способствовать снижению поступления токсикантов в зерно.

Экономическая оценка является завершающим этапом оценки любого агроприёма. Расчёты показали, что применение изучаемых препаратов экономически выгодно.

При обработке семян условно чистый доход составил 8007,5 руб./га, при комплексной обработке — 10890 руб./га. Оба варианта обеспечивают высокую окупаемость затрат. В первом случае на 1 рубль затрат получено 25,6 рубля дополнительного дохода, во втором — 4,4 рубля.

Столь высокая окупаемость в первом варианте объясняется низкой стоимостью обработки семян (312,5 руб./га) при достаточно высокой прибавке урожая. Во втором варианте затраты выше (2500 руб./га), но и прибавка значительнее, что обеспечивает более высокий абсолютный доход.

Сравнение вариантов показывает, что комплексная обработка (семена + растения) обеспечивает наибольший условно чистый доход, несмотря на более высокие затраты. Это делает её предпочтительной для хозяйств, заинтересованных в максимальной реализации потенциала продуктивности сорта.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведённые исследования позволяют сформулировать ключевые положения, которые объясняют полученные закономерности.

Микробиологические препараты «Органит Н», «Органит П» и «Оргамика С», а также стимулятор роста «Биодукс» оказывают комплексное положительное действие на растения озимой пшеницы.

Это действие проявляется на всех этапах онтогенеза: от прорастания семян до формирования и налива зерна.

Наибольший эффект достигается при сочетании предпосевной обработки семян с дополнительной обработкой вегетирующих растений в фазу кущения. Это объясняется тем, что в разные периоды развития растения нуждаются в разных факторах: на начальных этапах важны защита от почвенных патогенов и стимуляция корнеобразования, в период кущения – азотное и фосфорно-калийное питание для формирования продуктивного колоса.

Эффективность препаратов возрастает в неблагоприятных погодных условиях. Это свидетельствует о стресс-протекторных свойствах изучаемых препаратов, что особенно важно для зоны рискованного земледелия, к которой относится Пензенская область.

Применение препаратов не только повышает урожайность, но и улучшает качество зерна. Увеличиваются масса 1000 семян, натура, стекловидность, содержание белка и клейковины. Особенно важно улучшение качества клейковины — переход из II в I группу, что позволяет использовать зерно для производства хлеба высокого качества.

Продукция, полученная с применением биопрепаратов, экологически безопасна. Содержание тяжёлых металлов в зерне не превышает предельно допустимых концентраций, что соответствует современным требованиям к качеству и безопасности пищевой продукции.

Применение препаратов экономически выгодно. Условно чистый доход при комплексной обработке составляет 10890 руб./га, что обеспечивает высокую окупаемость затрат.

Сравнение с литературными данными показывает, что полученные результаты согласуются с выводами других исследователей, изучавших биопрепараты на зерновых культурах. Вместе с тем, наши исследования расширяют существующие представления о возможностях комплексного применения микробиологических препаратов и стимуляторов роста нового поколения в условиях Пензенской области.

ВЫВОДЫ

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы, отвечающие на вопросы, сформулированные в цели и задачах работы.

1. Применение микробиологических препаратов «Органит Н», «Органит П», «Органика С» и стимулятора роста «Биодукс» обеспечивает достоверную прибавку урожая озимой пшеницы сорта Еланчик: 0,64 т/га (13,53%) при обработке семян и 1,03 т/га (21,78%) при комплексной обработке семян и растений в фазу кущения.

2. Изучаемые препараты положительно влияют на элементы структуры урожая: увеличивают высоту растений на 6,1 см, длину колоса — на 1,1 см, количество зёрен на растении — на 5,3 шт., массу зерна с растения — на 0,27 г.

3. Применение препаратов улучшает технологические качества зерна: масса 1000 семян возрастает на 2,2 г, натура — на 12,4 г/л, стекловидность — на 3,0%, содержание белка — на 1,14%, содержание клейковины — на 2,8% с улучшением её качества со II до I группы (сильной).

4. Зерно, полученное с применением изучаемых препаратов, экологически безопасно: содержание тяжёлых металлов не превышает предельно допустимых концентраций, что соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

5. Наибольший условно чистый доход (10890 руб./га) обеспечивает комплексная обработка семян и растений в фазу кущения, что делает этот приём экономически целесообразным для внедрения в производство.

Таким образом, применение микробиологических препаратов и стимулятора роста является эффективным агроприёмом, позволяющим повысить урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Пензенской области, обеспечить экологическую безопасность продукции и получить высокий экономический эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хамова, О. Ф. Влияние инокуляции семян ризоагрином на микрофлору ризосферы и урожайность озимой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / О. Ф. Хамова, Е. В. Тукмачева, Н. Ф. Балабанова и др. // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. – № 2(55). – С. 60-68. – DOI 10.31677/2072-6724-2020-55-2-60-68. – EDN YEIOXE.
2. Морозов, А. Н. Влияние технологий возделывания на продуктивность озимой пшеницы в условиях Курской области / А. Н. Морозов, Д. В. Дубовик, Е. В. Дубовик и др. // Земледелие. – 2025. – № 1. – С. 29-34. – DOI 10.24412/0044-3913-2025-1-29-34. – EDN KYWVOE.
3. Вошедский, Н. Н. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области / Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин, О. А. Целуйко // Известия Нижневолжско-

- го агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 3(67). – С. 125-134. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-03-15. – EDN KPVVGA.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 5. Елисеева, Л. В. Значение бактериальных удобрений в формировании урожая зерновых бобовых культур / Л. В. Елисеева, И. П. Елисеев, Н. Н. Михайлова // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24. – № 6. – С. 722-731. DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-06-722-731. – EDN MMGLVF.
 6. Завалин, А. А. Эффективность применения биопрепаратов в посеве озимой пшеницы на светло-серой лесной почве / А. А. Завалин, А. М. Накаряков // Земледелие. – 2021. – № 1. – С. 27-30. – DOI 10.24411/0044-3913-2021-10107. – EDN QQGCKQ.
 7. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин. – М.: ВНИИА, 2019. – 312 с.
 8. Зеленев, А. В. Эффективность применения биопрепаратов при выращивании озимой пшеницы в Нижнем Поволжье / А. В. Зеленев, Л. В. Игольникова, П. А. Смутнев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 1(57). – С. 64-74. – DOI 10.32786/2071-9485-2020-01-06. – EDN YDDEAQ.
 9. Захарова, Н. Н. Косвенные показатели при оценке качества зерна и урожайность озимой мягкой пшеницы в лесостепи среднего Поволжья / Н. Н. Захарова, Н. Г. Захаров, В. А. Исачев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3 (59). – С. 103-109. – doi: 10.18286/1816-4501-2022-3-103-109 11.
 10. Корягин, Ю. В. Качество получаемой продукции при использовании микробиологических удобрений в технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Ю. В. Корягин, Н. В. Корягина, Е. Г. Куликова и др. // Сурский вестник. – 2020. – № 3(11). – С. 38-43. – EDN QTSSIC.
 11. Богомазов, С. В. Продуктивность озимой пшеницы в звеньях севооборота на черноземе выщелоченном / С. В. Богомазов, А. В. Лянденбургская, А. А. Левин и др. // Нива Поволжья. – 2020. – № 2(55). – С. 84-90. – DOI 10.36461/NP.2020.2.55.020. – EDN IAGHPP.
 12. Коржов, С. И. Производство зерна озимой пшеницы по технологии органического земледелия / С. И. Коржов, Д. Н. Голубцов, А. Ф. Клишкин и др. // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 43-48. – DOI 10.28983/asj.y2022i11pp43-48. – EDN VZZWLI.
 13. Репка, Д. А. Расход влаги на формирование урожайности озимой пшеницы Нива Ставрополя под влиянием биопрепаратов и удобрений на Дону / Д. А. Репка, Л. П. Бельтюков, Ю. В. Гордеева // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 3(69). – С. 8-11. – DOI 10.31367/2079-8725-2020-69-3-8-11. EDN QZPEDC.
 14. Богомазов, С. В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от гуминового удобрения гумостим и предшественников / С. В. Богомазов, А. В. Лянденбургская, А. А. Левин и др. // Нива Поволжья. – 2020. – № 3(56). – С. 44-49. – DOI 10.36461/NP.2020.56.3.013. – EDN SWESFB.
 15. Щербаков, А. С. Эффективность применения микроэлементных удобрений и регуляторов роста на озимой пшенице в лесостепном Поволжье / А. С. Щербаков, С. В. Богомазов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 2(70). – С. 57-65. – DOI 10.18286/1816-4501-2025-2-57-65. – EDN XGRPJO.
 16. Коржов, С. И. Эффективность микробиологических препаратов при возделывании ячменя / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова, Д. Карго и др. // Земледелие. – 2022. – № 7. – С. 40-44. – DOI 10.24412/0044-3913-2022-7-40-43. – EDN JNPNJU.

BIOLOGIZATION OF WINTER WHEAT CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2026 Yu.V. Koryagin, N.P. Chekaev, N.V. Koryagina, V.I. Gryazeva

Penza State Agrarian University, Penza, Russia

The article was submitted to the editors 28.09.2026

Citation link: Koryagin Yu.V., Chekaev N.P., Koryagina N.V., Gryazeva V.I. Biologization of winter wheat cultivation technology in the forest-steppe of the Middle Volga region // Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural Sciences. 2026. Vol. 5. No. 2. P. 66-75.

The research was conducted in 2023–2025 under the soil and climatic conditions of the Penza district of the Penza region. The aim of the research was the scientific substantiation of the application of microbiological preparations «Organit N», «Organit P», «Orgamika S» and growth stimulant Biodux to increase the productivity and grain quality of winter wheat of the Elanchik variety in the conditions of the Penza region. The soil was leached medium-humus heavy-loamy chernozem with humus content of 5.3...6.2 %, pH 5.3...5.4, mobile phosphorus 60.8...75.7 mg/kg, exchangeable potassium 100.5...110.8 mg/kg. The experiment was laid out by randomized placement in three replications. The scheme included: control (seed treatment with water); seed treatment with preparations (rate 1 l/t of each microbiological preparation and 4 ml/t of Biodux); seed treatment + plant spraying in the tillering phase (1 l/ha and 4 ml/ha, respectively).

It was established that seed treatment provided a yield increase of 0.64 t/ha (13.53 %), complex treatment – 1.03 t/ha (21.78 %) compared to the control (4.73 t/ha). The yield in these variants was 5.37 and 5.76 t/ha, respectively ($LSD_{05} = 0.57$ t/ha). The thousand-grain weight increased from 43.9 to 46.1 g (+2.2 g), test weight – from 840.30 to 853.22 g/l (+12.4 g/l), vitreousness – from 49.3 to 52.3 % (+3.0 %), protein content – from 14.17 to 15.31 % (+1.14 %), gluten – from 26.3 to 29.1 % (+2.8 %) with its quality improvement from

group II to group I (IDK 73.0 units). The content of heavy metals in grain did not exceed maximum permissible concentrations. The highest net income (10890 rubles/ha) was obtained with complex treatment. Thus, the complex application of microbiological preparations and growth stimulant provides a reliable increase in yield, improvement of technological qualities of grain and high economic efficiency in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region.

Keywords: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), microbiological preparations, growth stimulants, productivity, grain quality, biological agriculture.

DOI: 10.37313/2782-6562-2026-5-2-66-75

EDN: NDVKEO

REFERENCE

- [The effect of rhizobium inoculation of seeds on the rhizosphere microflora and the yield of winter wheat in the forest-steppe of Western Siberia] / O. F. Khamova, E. V. Tukmacheva, N. F. Balabanova et al. // Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet). 2020. № 2(55). S. 60-68. DOI 10.31677/2072-6724-2020-55-2-60-68. EDN YEIOXE.
- [The impact of cultivation technologies on the productivity of winter wheat in the Kursk region] / A. N. Morozov, D. V. Dubovik, E. V. Dubovik et al. // Zemledelie. 2025. № 1. S. 29-34. DOI 10.24412/0044-3913-2025-1-29-34. EDN KYWVOE.
- Voshedskii N. N., Kulygin V. A., Tseluiko O. A. [The impact of cultivation technology elements on the yield of new winter wheat varieties in the Rostov region] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2022. № 3(67). S. 125-134. DOI 10.32786/2071-9485-2022-03-15. EDN KPVVGA.
- Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)] 5-e izd., dop. i pererab. Moskva: Agropromizdat. 1985. 351 s.
- Eliseeva L. V., Eliseev I. P., Mikhailova N. N. [The role of bacterial fertilizers in crop yield formation of grain leguminous crops] // Agrarnyi vestnik Urala. 2024. T. 24, № 6. S. 722-731. DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-06-722-731. EDN MMGLVF.
- Zavalin A. A., Nakaryakov A. M. [The effectiveness of using biopreparations in sowing winter wheat on light gray forest soil] // Zemledelie. 2021. № 1. S. 27-30. DOI 10.24411/0044-3913-2021-10107. EDN QQGCKQ.
- Zavalin A. A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai [Biopreparations, fertilizers, and crops]. M.: VNIIA, 2019. - 312 s.
- Zelenev A. V., Igol'nikova L. V., Smutnev P. A. [The effectiveness of using biopreparations in growing winter wheat in the Lower Volga region] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2020. № 1(57). S. 64-74. DOI 10.32786/2071-9485-2020-01-06. EDN YDDEAQ.
- Zakharova N. N., Zakharov N. G., Isaichev V. A. [Indirect indicators in assessing grain quality and the yield of winter soft wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region] // Vestnik Ul'yansovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2022. № 3 (59). S. 103-109. doi: 10.18286/1816-4501-2022-3-103-109 11.
- [The quality of the resulting products when using microbiological fertilizers in crop cultivation technology] / Yu. V. Koryagin, N. V. Koryagina, E. G. Kulikova et al. // Surskii vestnik. 2020. № 3(11). S. 38-43. EDN QTSSIC.
- [The productivity of winter wheat in crop rotation sequences on leached chernozem] / S. V. Bogomazov, A. V. Lyandenburskaya, A. A. Levin et al. // Niva Povolzh'ya. 2020. № 2(55). S. 84-90. DOI 10.36461/NP.2020.2.55.020. EDN IAGHPP.
- [Production of winter wheat grain using organic farming technology] / S. I. Korzhov, D. N. Golubtsov, A. F. Klimkin et al. // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2022. № 11. S. 43-48. DOI 10.28983/asj.y2022i11pp43-48. EDN VZZWLI.
- Repka D. A., Bel'tyukov L. P., Gordeeva Yu. V. [The consumption of moisture for the formation of winter wheat yield in the Niva region of Stavropol under the influence of biological preparations and fertilizers on the Don] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 3(69). S. 8-11. DOI 10.31367/2079-8725-2020-69-3-8-11. EDN QZPEDC.
- [The yield and grain quality of winter wheat depending on the humic fertilizer GUMOSTIM and the preceding crops] / S. V. Bogomazov, A. V. Lyandenburskaya, A. A. Levin et al. // Niva Povolzh'ya. 2020. № 3(56). S. 44-49. DOI 10.36461/NP.2020.56.3.013. EDN SWESFB.
- Shcherbakov A. S., Bogomazov S. V. [The effectiveness of using micronutrient fertilizers and growth regulators on winter wheat in the forest-steppe region of the Volga region] // Vestnik Ul'yansovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2025. № 2(70). S. 57-65. DOI 10.18286/1816-4501-2025-2-57-65. EDN XGRPJO.
- [The effectiveness of microbiological preparations in barley cultivation] / S. I. Korzhov, T. A. Trofimova, D. Kargbo et al. // Zemledelie. 2022. № 7. S. 40-44. DOI 10.24412/0044-3913-2022-7-40-43. EDN JNPNJU.

Koryagin Yuri Viktorovich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of "Breeding, Seed Production and Plant Biology". E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru

Chekaev Nikolai Petrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of "Soil Science, Agrochemistry and Chemistry". E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru

Koryagina Natalya Viktorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of "Breeding, Seed Production and Plant Biology". E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru

Gryazeva Valentina Ivanovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of "Breeding, Seed Production and Plant Biology". E-mail: koryagin.y.v@pgau.ru