

На правах рукописи

116  
01-10

**КАРВЕЛЬ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ  
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ В ЛЕСОСТЕПИ  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет»

**Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Байкалова Лариса Петровна**

**Официальные оппоненты:** **Солодун Владимир Иванович,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Иркутский государственный  
аграрный университет имени А.А. Ежовского»,  
профессор кафедры земледелия и растениеводства

**Бобровский Александр Владимирович,**  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
Красноярский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства – обособленное подразделение  
Федерального государственного бюджетного  
научного учреждения «Федеральный  
исследовательский центр «Красноярский научный  
центр Сибирского отделения Российской академии  
наук», ведущий научный сотрудник лаборатории  
сортовых агротехнологий

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Самарский Федеральный  
исследовательский центр Российской академии  
наук

Защита состоится «22 апреля» 2026 г. в 14:00 на заседании диссертационного совета  
Д 35.2.013.02 при ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный  
университет» по адресу: 675005 Амурская область, г. Благовещенск, ул.  
Политехническая, 86, корпус 1, ауд. 117  
Тел.: +7(4262) 99-99-98; e-mail: dis35201302@dalgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Дальневосточный  
государственный аграрный университет» и на официальном сайте [www.dalgau.ru](http://www.dalgau.ru)

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета

Муратов  
Алексей Александрович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Яровые пшеница и ячмень являются ведущими зерновыми культурами в Красноярском крае, в России и в Море (Винничек Л. Б. и др., 2023; Климова А. В. и др., 2023; Топ-10 Стран..., 2023, ФАО, 2025). В сложных почвенно-климатических условиях региона, Красноярский край вносит существенный вклад в зерновой баланс страны. В структуре посевных площадей Сибирского региона 62 % посевной площади занимают зерновые культуры, из них 6 млн. га (72%) отведено под яровую пшеницу и 2 млн. га (24%) – под яровой ячмень. В условиях рискованного земледелия именно эти культуры являются надежным и ценным источником продовольственного и фуражного зерна, однако потенциал их урожайности реализуется не в полной мере.

В современных условиях стимулирование роста и развития растений, удобрение, защита от почвенных и листовых инфекций, неблагоприятных погодных условий все чаще осуществляется при использовании регуляторов роста, мобилизаторов питания, биологических фунгицидов и совместного использования биологических препаратов и гербицидов (Ефремов Ю. В., Лопачев Н. А., 2015). Регуляторы роста, мобилизаторы питания и биофунгициды рассматриваются как экологически чистый, и экономически выгодный способ повышения урожайности зерновых культур. Несмотря на большое разнообразие биологических средств защиты и питания растений механизм замещения фитопатогенных грибов и бактерий полезной микрофлорой до конца не изучен и требует дальнейшего проведения исследований с целью повышения продуктивности зерновых культур путем изменения ростовых показателей и активизации физиологических процессов.

В условиях роста цен на семена, технику, удобрения, горюче-смазочные материалы и прочие энергоресурсы энергетическая эффективность, экологичность и универсальность биопрепаратов делает их главенствующими в системе производства зерна и адаптивного земледелия сельского хозяйства России. Внедрение инновационных, экологически чистых технологий с использованием биопрепаратов является ведущим направлением Стратегии развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года (Стратегия..., 2023).

**Степень разработанности темы исследований.** Вопросами разработки агротехники яровой пшеницы в России и Ближнем зарубежье занимались: И. И. Василенко (1963), В. К. Гирфанов (1965), Н. Ф. Крайнова (1966), А. А. Пустыгин (1967), П. П. Овчинников (1967), А. М. Головков (1969), В. Е. Долгодворов (1972), Т. Н. Лонжидын (1972), А. В. Остобородов (1998), И. В. Кашина (2006), А. П. Панфилова (2006), И. Е. Лихенко, В. В. Советов, С. И. Аносов, Н. Н. Лихенко (2014), И. Н. Маркова, В. Н. Питоня, П. А. Смутнев (2014), З. А. Иванова, Ф. Х. Нагудова (2015), Р. Н. Фисенко (2015), В. И. Никитина (2017), В. К. Ивченко, З. И. Михайлова (2017), В. В. Келер, С. В. Хижняк (2019), О. А. Ульянова, Н. Л. Кураченко, С. С. Филатова (2019), Zh.

Shmeleva, N. Kozulina (2019), N.S. Kozulina, L.V. Fomina, Zh. N. Shmeleva (2020), N.S. Kozulina, L.V. Fomina, Zh. N. Shmeleva (2020), А. П. Тойгильдин, М. И. Подсевалов, М. А. Тойгильдина, Д. Э. Аюпов, Р. А. Мустафина (2021), В. В. Келер, С. В. Хижняк, С. В. Овсянкина, А. А. Х. Деменева, Т. Г. Овчинникова, Н. В. Шрам, Е. В. Белякова, Д. М. Шеклеин (2023), В. И. Никитина, А. А. Количенко, А. Н. Халипский (2023), В. А. Сергеева, В. С. Муравьева (2023), Н. Ю. Тупиков, И. В. Яковлева, Н. Е. Павловская (2023), О. В. Шулепова, Н. В. Фисунов, Н. В. Санников (2023), О. А. Ульянова, Е. Н. Белоусова, А. А. Белоусов (2023), В. И. Усенко, А. А. Гаркуша, Т. А. Литвинцева, Е. Г. Дерянова, А. А. Щербакова, И. А. Кобзева (2023), Л. В. Юшкевич, А. Г. Щитов, Д. Н. Ющенко, А. С. Бутко (2023), Р. М. Ualiyeva (2024), Д. В. Виноградов, А. А. Соколов, Е. И. Лупова, А. И. Вертелецкий (2025).

Вопросами разработки агротехники ярового ячменя в России и Ближнем зарубежье занимались: А. И. Попов (1986), Ю. В. Колмаков, В. С. Бойко, П. В. Поползухин, П. В. Рыкалин (2005), В. С. Бойко, Е. Н. Кондакова (2006), И. Н. Романова, А. Н. Никитин, Т. И. Рыбченко (2007), О. А. Ульянова (2018), И. Р. Вильдфруш, А. Р. Цыганов, Н. В. Барбасов (2019), А. А. Vasilenko, N. S. Kozulina, Zh. N. Shmeleva (2019), Э. А. Гаевая (2019), А. В. Сумина, В. И. Полонский, А. А. Количенко (2020), А. М. Шпанев, А. Б. Паптиев А. Б., Гончаров Н. Р., Воропаев В. В. (2020), Т. Г. Голошова, Л. А. Ершова (2021), А. С. Колесников, Н. Л. Кураченко, В. Н. Романов, А. В. Шаропатова (2022), В. И. Полонский, А. В. Сумина, С. А. Герасимов (2022), А. В. Сумина, В. И. Полонский, В. А. Ханипова (2024). В Красноярском крае по вопросам агротехники яровых пшеницы и ячменя с использованием биопрепаратов нового поколения занимались Н. С. Козулина (2020), N. S. Kozulina, А. А. Vasilenko, Zh. N. Shmeleva (2019), N. S. Kozulina, А. V. Vasilenko, А.А. Vasilenko, Zh. N. Shmeleva (2020).

Изучены нормы высева, сроки посева, предшественники, дозы удобрений, фунгициды и гербициды, преимущественно химического происхождения. Изучены биологизированные элементы технологии, однако исследований, включающих стимуляторы роста, биоудобрения и биофунгициды на яровых пшенице и ячмене не проводилось. Комплексные исследования биологизированных элементов технологии, стимулирующих рост и развитие растений, формирование агрофитоценозов, снижающих засоренность посевов пшеницы и ячменя и повышающих их устойчивость к болезням, не проводилось. Нет сведений о влиянии комплексного применения биопрепаратов на элементы структуры урожая, урожайность и качество продукции. Актуальность работы, ее теоретическая и практическая значимость определили выбор темы, цели, задач исследований, структуру и содержание работы.

**Цель исследований** – усовершенствовать элементы технологии возделывания яровых пшеницы и ячменя за счет применения биопрепаратов в условиях лесостепи Красноярского края.

**Задачи исследований:**

- выявить влияние применения биологических препаратов на рост, развитие, устойчивость пшеницы и ячменя к болезням;
- определить влияние изучаемой схемы применения биологических препаратов на засоренность посевов яровых пшеницы и ячменя;
- исследовать изменения качества семян и зерна в зависимости от технологии возделывания и погодных условий;
- установить особенности формирования элементов структуры урожая и их связь с урожайностью;
- установить вклад культуры, условий вегетации и биологических препаратов в формирование урожайности зерновых культур;
- рассчитать экономическую и энергетическую эффективность технологических приемов возделывания семян яровых пшеницы и ячменя.

**Научная новизна.** Впервые доказана эффективность возделывания яровых пшеницы и ячменя при совместном применении микробиологических препаратов и регулятора роста Биодукс в условиях Красноярской лесостепи.

Выявлены биологизированные элементы технологии, стимулирующие хозяйственно-ценные признаки зерновых культур.

Определена корреляционная связь между количественными признаками и урожайностью. Установлена доля влияния изучаемых факторов (условий вегетации, биологизации элементов технологии) в формирование урожайности зерна, количественных и качественных показателей яровых пшеницы и ячменя.

Исследованы изменения посевных и урожайных качеств семян, содержания белка и клейковины в зерне пшеницы, содержания белка в зерне ячменя в зависимости от изучаемых агротехнических приемов возделывания.

Научно обоснованы и предложены производству оптимальные агротехнические приемы биологизации – стимулятор роста, биоудобрения, биофунгициды, гербицид, обеспечивающие формирование наиболее высокой урожайности, снижения затрат энергии на единицу площади и урожая.

Определен экономический эффект при наименьших затратах труда и денежных средств от выращивания яровых пшеницы и ячменя при разных способах биологизации.

Даны рекомендации производству для зоны Красноярской лесостепи по лучшим способам применения биопрепаратов при возделывании зерновых колосовых культур пшеницы и ячменя.

**Методология и методы исследования.** Основным методом исследования был полевой опыт, постановка и проведение которого выполнены по общепринятым методикам. Методология включает теоретические методы, которые заключались в изучении научной и методической литературы по теме исследований. При выполнении поставленных задач основными методами были аналитический, экспериментальный (полевые опыты и лабораторные анализы) и статистический. Определяли зависимости полученных данных, дисперсионным и корреляционным методами, дали экономическую оценку предлагаемых технологий возделывания зерновых культур. Методология и

методы исследований осуществлялись с учетом утвержденных общедоступных методик и ГОСТов.

**Теоретическая значимость работы** заключается в применении биологизированных элементов технологии. Исследуемые биопрепараты безвредны для человека, животных, насекомых и других представителей биоценоза. Использование биопрепаратов позволило снизить потери урожая от болезней без применения химических фунгицидов. В технологии возделывания пшеницы и ячменя выявлены приемы биологизации, позволяющие получать экологически чистую продукцию. Определен вклад технологии возделывания, погодных условий и их взаимодействия в рост урожайности зерновых культур, содержание белка и клейковины в зерне пшеницы, содержание белка в зерне ячменя, в снижение численности сорняков. Определена корреляционная зависимость энергии прорастания и лабораторной всхожести семян с массой 1000 зерен. Выявлено влияние средств биологической защиты на снижение пораженности яровой пшеницы септориозом, ярового ячменя – гельминтоспориозом, исследуемых зерновых культур – корневыми гнилями. Установлен вклад технологии возделывания, погодных условий, культуры и их взаимодействия в снижение пораженности посевов корневыми гнилями. Выявлено влияние биопрепаратов на длину растения, колоса, озерненность колоса, массу 1000 зерен, количество растений к уборке и количество продуктивных стеблей, определена динамика элементов структуры урожая в зависимости от погодных условий вегетационных периодов лет исследований. Определена корреляционная зависимость урожайности с показателями засоренности посевов и элементами структуры урожая.

**Практическая значимость работы.** Сельскохозяйственному производству предложены приемы биологизации технологии возделывания яровых пшеницы и ячменя, существенно увеличивающие урожайность, посевные и качественные показатели семян в условиях лесостепной зоны Красноярского края.

Разработаны и предложены производству технологии возделывания зерновых колосовых культур с применением биопрепаратов для предпосевной обработки семян и посевов растений в фазу кущения, которые существенно сокращают затраты на производство единицы продукции, повышают экономическую эффективность производства зерна пшеницы и ячменя от 30 до 114 %.

Материалы диссертации могут служить источником информации для аграриев Красноярского края при возделывании яровых пшеницы сорта Новосибирская 31 и ячменя сорта Красноярский 91 по биологизированным технологиям. Лучшие элементы биологизации технологии возделывания пшеницы и ячменя внедрены в сельскохозяйственных предприятиях Красноярского края КФХ «Калиновский Евгений Викторович», ООО Учхоз «Миндерлинское».

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1) взаимосвязи и зависимости роста, развития, засоренности посевов, устойчивости к листовым болезням, корневым гнилям, посевных, качественных показателей зерна яровых пшеницы, ячменя в зависимости от условий вегетации и приемов биологизации технологии возделывания;

2) формирование структурных элементов урожая и величина урожая яровых пшеницы и ячменя в зависимости от обработки семян и посевов биологическими препаратами;

3) экономически эффективные приемы биологизации при возделывании яровых пшеницы и ячменя в условиях Красноярского края.

**Степень достоверности результатов исследования** подтверждается достаточной выборкой проанализированных данных, полученных в различные по погодным условиям годы, их статистической обработкой, использованием современных методик и методов. Степень достоверности определяется многолетними исследованиями, типичностью, соблюдением принципов различий на выделенном участке, учетом урожая и достоверностью полученных данных, по существу, воспроизводимостью полученных результатов в типичных условиях. Сформулированные в диссертации научные положения, заключение и рекомендации обоснованы полученными экспериментальными данными в процессе исследования.

**Апробация работы:** Результаты исследований докладывались в 2023 г. на кафедре растениеводства, селекции и семеноводства Красноярского ГАУ, в 2024 г. в институте агроэкологических технологий на научном семинаре, были обсуждены на Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию докт. с.-х. наук Р. И. Белкиной «Проблемы и пути повышения качества зерна в природно-климатических условиях Западной Сибири» (г. Тюмень, 1 ноября, 2023 г.), на X Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской Академии наук (г. Киров, 9 ноября, 2023 г.); на XVII Международной научно-практической конференции молодых ученых (г. Красноярск, 28 февраля 2024 г.); на школе молодых ученых по эколого-генетическим основам северного растениеводства в рамках XI Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (г. Киров, 4 апреля, 2024 г.); на V Международной научной конференции «Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России» (г. Красноярск, 21 ноября 2024 г.), на XVIII Международной научно-практической конференции молодых ученых (г. Красноярск, 03-06 марта 2025 г.), на XII Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве», посвященной 130-летию основания Вятской земской сельскохозяйственной опытной станции (г. Киров, 3 апреля, 2025 г.), на XXXIV Международном конкурсе научно-исследовательских работ Всероссийского общества научных исследователей – лауреат I степени (г. Москва, 16 июня 2025 г.).

**Публикации:** По теме исследований опубликовано 10 работ, в том числе 4 научных статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Объем и структура диссертации.** Работа изложена на 234 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения и предложений производству, списка использованной литературы из 402 источников, в том числе 13 зарубежных авторов, содержит 44 таблицы, 23 рисунка и 52 приложения.

**Благодарности:** Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю докт. с.-х. наук, профессору, профессору кафедры растениеводства, селекции и семеноводства Красноярского ГАУ Байкаловой Ларисе Петровне за помощь в выполнении работы, руководство и консультации, доценту кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, канд. с.-х. наук Красноярского ГАУ Аветисяну Андранику Телемаковичу за участие в проведении учетов на полевых опытах, всему коллективу ГК «Бионоватик», директору продуктового портфеля Давлетбаеву Игорю Маратовичу за предоставление биопрепаратов и консультации по их применению.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА ОСОБЕННОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ**

#### **(обзор литературы)**

В главе приведён обзор научной литературы по значению, морфологическим, биологическим особенностям яровых пшеницы и ячменя, проанализированы элементы технологии возделывания исследуемых зерновых культур. Изложено состояние изученности применения биотехнологических методов защиты и питания растений. Освещено значение биопрепаратов как важнейшего способа разработки экологически безопасных и энергетически эффективных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих повышение урожайности, посевных качеств и улучшение химического состава продукции, обоснованы цель, задачи и варианты опыта.

### **ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Полевые исследования проведены в условиях лесостепи Красноярского края на опытном поле кафедры растениеводства, селекции и семеноводства УНПК «Борский» Сухобузимского района в 2022-2024 гг. Почва опытного участка – выщелоченный чернозем. Содержание гумуса 7,6 %, с очень низким коэффициентом вариации по годам, среднее содержание подвижного фосфора – 194 мг/кг и высокое калия – 213 мг/кг по Чирикову. Содержание легкогидролизуемого азота составляло 152-175 мг/кг, рН = 7,2.

Погодные условия в годы исследований были контрастными, как по распределению температур, так и осадков. 2022 год отличался более тёплым маем (средняя температура превышала норму на 1 °С), типичной для нормы средней температурой июня и более холодным воздухом с июля по конец сентября. Средняя температура периода вегетации была близка к норме. Период вегетации 2023 года был жарким и недостаточно увлажненным, за исключением переувлажнения в сентябре. Погодные условия в 2024 году характеризовались высокой тепло обеспеченностью. Среднесуточная температура превышала норму в мае на 1 °С, в июне – была в пределах нормы, в июле – на 2,8 °С, в августе – на 1,9 °С. В сентябре среднесуточная температура была близка к норме и составляла 8,0 °С. Гидротермический коэффициент 2022 г. составлял 1,14, 2023 г. – 1,00, что характеризует их как недостаточно увлажненные, ГТК 2024 г. – 1,21, что свидетельствует об умеренном увлажнении периода вегетации. Погодные условия во время исследований соответствовали биологическим требованиям яровых пшеницы и ячменя.

Объект исследований – сорт пшеницы Новосибирская 31, ячменя – Красноярский 91. Опыт биологизированные элементы технологии возделывания яровых зерновых культур включал следующие варианты: 1. Контроль – без обработки биопрепаратом и химикатом; 2. Обработка семян (Биодукс, Органит П, Органит Н, Оргамика С) + вегетирующих растений (Биодукс); 3. Обработка семян (комплекс биопрепаратов) + вегетирующих растений (Биодукс + Органит П + Органит Н); 4. Обработка семян (то же) + вегетирующих растений (Биодукс + Органит П + Органит Н + Оргамика С + Псевдобактерин); 5. Обработка семян (то же) + вегетирующих растений (Биодукс + Органит П + Органит Н + Оргамика С + Псевдобактерин 3 + Гербитокс). Во 2-5 вариантах пред посевом обрабатывали семена комплексом биопрепаратов, затем в фазу кущения – выхода в трубку посева опрыскивали одним и смесью трех, пяти, шести препаратов. Площадь делянки – 134 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое в четыре яруса со смещением вариантов.

*Агротехника в опыте.* Предшественник пар. Обработку почвы проводили согласно общепринятым рекомендациям для зоны лесостепи (три культивации в течение весеннее – летнего периода, осенью зяблевое глубокое рыхление, весной – культивация Агратором 4,8. Посев проводили во второй декаде мая на глубину 4-6 см с последующим прикатыванием, способ посева – рядовой, сеялкой ССНП-1,6, с последующим прикатыванием кольчато-шпоровым катком ЗКШ-6.

Норма высева яровых пшеницы 5,5 млн. всхожих семян на 1 га, ячменя – 5,0 млн. всхожих зерен на 1 га. Уход за посевами включал обработку препаратами в фазу кущения – выхода в трубку опрыскивателем ОНПР 800 с шириной захвата 18 м производства ООО «Заря» г. Миасс в агрегате с трактором МТЗ-80. Опрыскивание осуществляли одной штангой.

Для обработки применяли отечественные препараты производителя – ООО «ОРГАНИК ПАРК»: регулятор роста растений, системный пестицид Биодукс, Ж (*Biodux*; форма – жидкость, действующее вещество – 0,3 г/л Арахидоновая кислота, химический класс – жирные кислоты, зарегистрирован в 2015 г.), норма расхода для семян – 1 мл/т, вегетирующих растений – 2 мл/га; мобилизатор питания Органит П (*Organit P*: жидкость, титр не менее  $1 \times 10^9$  КОЕ/мл, споры штамма *Bacillus megaterium*, 2016 г.) для семян – 1 л/т, растений – 1 л/га; мобилизатор питания Органит Н (*Organit N*: жидкость, титр не менее  $1 \times 10^9$  КОЕ/мл, споры штамма *Azospirillum zeae*, 2017 г.), контактный пестицид, системный пестицид, фунгицид Оргамика С, Ж (*Orgamica S*: жидкость, титр  $5 \times 10^9$  КОЕ/мл, *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм OPS-32, Бактериальные фунгициды, 2017 г.) – для семян – 1 л/т, растений – 1 л/га; биологический фунгицид Псевдобактерин 3 Ж (*Pseudobacterin 3*: жидкость, титр  $5 \times 10^9$  КОЕ/мл, *Pseudomonas aureofaciens*, штамм ВКМ В–2391 Д, Бактериальные фунгициды, 2001 г.) для семян – 1 л/т, растений – 1 л/га.

Через 2 недели после обработки проводили учет засоренности. Уборку и учет урожая зерна проводили прямым комбайнированием комбайном TERRION 2010 в фазу восковой – полной спелости.

Закладку опытов проводили согласно методике государственного сортоиспытания (1985, 2019) и методических указаний ВНИИР по изучению коллекции зерновых культур (1977). Опыту сопутствовали: через 2 недели после обработки вегетирующих растений – учет засоренности. Засоренность посевов учитывали количественно-весовым методом в фазу выхода в трубку. С площади  $1 \text{ м}^2$  в четырехкратной повторности отбирали культурные и сорные растения (Методика..., 1969). Долю сорняков в посевах определяли по методу Н. З. Милащенко, А. Ф. Неклюдова (1981). Для идентификации сорняков пользовались определителями видов (Симонов И. П., 1969; Клаассейн Х., Фрайтаг Й., 2004) и приложением PictureThis (2022). Анализ снопового материала проводили в фазу полной спелости. Массу 1000 зерен определяли по Межгосударственному стандарту ГОСТ ISO 520-2014 (2019), всхожесть – по ГОСТ 12038-84 (2011).

Содержание белка и клейковины в зерне определяли методом спектроскопии в ближайшей инфракрасной области (Петров Г. П. и др., 2023). Экономическая оценка была сделана по технологическим картам в соответствии с принятыми методиками (Экономическая оценка..., 1987, Панько Ю. В., Яшкова Н. В., 2018, Пронин В. М., Прокопенко В. А., 2002, 2008). Расчет производился по рыночным ценам 2024 года. Биоэнергетическая оценка рекомендуемых приемов возделывания яровой мягкой пшеницы и ячменя проводилась согласно методическим рекомендациям Г. С. Посыпанова (1997), А. М. Берзина, З. И. Михайловой (1997). Статистическую обработку результатов проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов (Доспехов Б. А., 2014) с использованием пакета прикладных программ SNEDECOR (Сорокин О. Д., 2012), StatSoft STATISTICA 8 (Хижняк С. В., 2019) и «Microsoft Office Excel 2007».

## **ГЛАВА 3. ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ**

### **3.1 Биологизированные элементы технологии, стимулирующие рост и развитие растений**

Выявлено положительное влияние изучаемых элементов технологии на количество растений на единице площади, полевую всхожесть и выживаемость к уборке. Полевая всхожесть яровых пшеницы биологизированных вариантов опыта превышала контроль на 7,4 – 9 %, ячменя – на 21,7 – 22,2 %.

Все варианты биологизации пшеницы привели к увеличению выживаемости растений к уборке от 6,4 % в варианте 3 с обработкой семян, применением по вегетации Биодукса, Органита П и Органита Н до 29,6 % в варианте 4 с обработкой семян, применением по вегетации Биодукса, Органита П и Органита Н, Оргамики С и Псевдобактерина 3. На ячмене повышение выживаемости растений к уборке выявлено в вариантах 4 с комплексной обработкой биопрепаратами и 5 с комплексной обработкой биопрепаратами и гербицидом на 10 % и 7,2 % соответственно.

### **3.2 Влияние биопрепаратов на засоренность посевов пшеницы и ячменя**

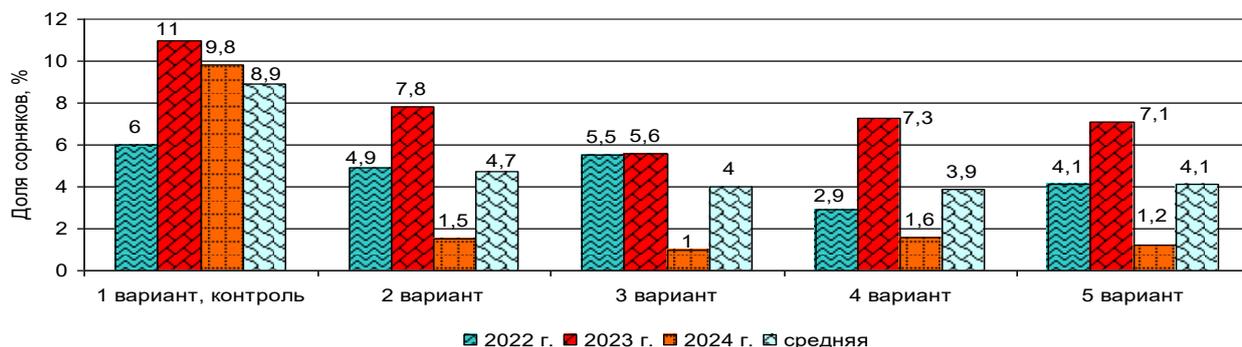
Количество сорняков зависело от погодных условий лет исследования и технологии возделывания. На посевах пшеницы оно составляло от 36,3 % в 5 варианте до 55,1 % во 2 варианте. На посевах ячменя количество сорняков было от 53,6 % во 2 варианте до 92,8 % в 3 варианте. Аналогичная тенденция прослеживалась по массе сорняков в посевах исследуемых зерновых культур.

Доля сорняков в агроценозах яровой пшеницы и ярового ячменя снижалась при применении биопрепаратов. В посевах пшеницы у контроля доля сорняков составляла 8,9 %, во 2, 3, 4 и 5 вариантах 4,7 %, 4 %, 3,9 % и 4,1 % соответственно. В посевах ячменя доля сорняков у контроля составляла 3,3 %, во 2 варианте – 1,9 %, в 3 варианте – 2,3 %, в 4 варианте – 2 %, в 5 варианте – 1,6 % (рис. 1).

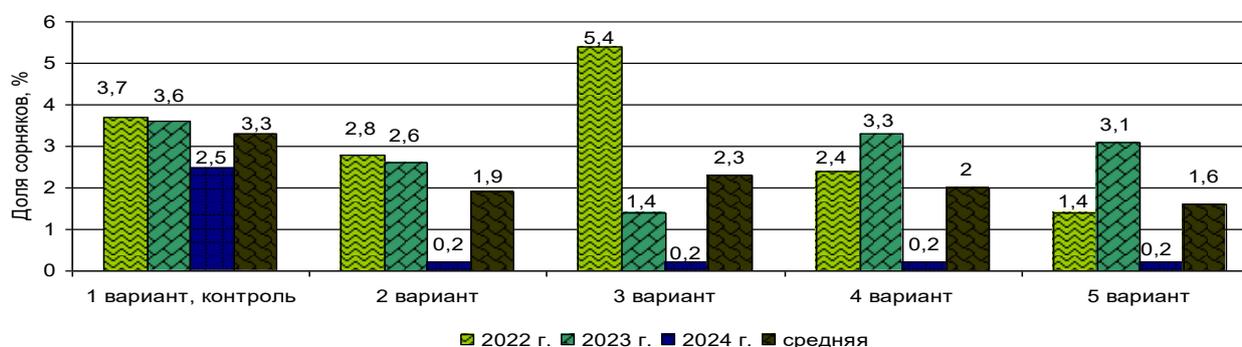
Выявлена сильная положительная корреляция количества сорняков с массой сорняков ( $r = 0,742...0,967$ ) и долей сорняков в агроценозах зерновых культур ( $r = 0,952...0,742$ ). Средняя отрицательная взаимосвязь урожайности зерна ячменя выявлена с массой сорняков ( $r = -0,500$ ).

Двухфакторный дисперсионный анализ позволил установить, что вклад технологии возделывания в снижение количества сорняков на посевах пшеницы составлял 35,2 %, взаимодействия факторов «технология возделывания × год» – 33,7 %, вклад фактора «год» – 26 %. Максимальный вклад в снижение количества сорняков в агрофитоценозах ячменя вносило взаимодействие факторов «технология возделывания × год» – 89,5 %, вклад

фактора «год» – 6 % и лишь 0,6 % составил вклад фактора «технология возделывания».



### 1. Яровая пшеница



### 2. Яровой ячмень

Рисунок 1 – Доля сорняков в агроценозах зерновых колосовых культур, %

В результате дисперсионного анализа данных количество сорняков в агрофитоценозах зерновых культур, установлено, что большая доля влияния приходилась на взаимодействие факторов А × В «технология возделывания × год» 31,7 %, А × С «технология возделывания × культура» 22,8 %. Доля влияния фактора В «год» составила 18 %. Полученные данные позволяют подчеркнуть целесообразность применения биопрепаратов при возделывании яровых пшеницы и ячменя для снижения засоренности посевов. Биопрепараты способствуют лучшему развитию культурных растений, повышают их конкурентоспособность в борьбе с сорняками, что способствует увеличению урожайности, улучшению качества зерна и снижению доли сорняков в посевах.

### 3.3 Применение биопрепаратов, повышающее устойчивость растений к болезням

В условиях Красноярской лесостепи из листовых болезней пшеница поражалась септориозом, ячмень – гельминтоспориозом (сетчатой пятнистостью). Применение биопрепаратов Биодукс, Органит П, Органит Н,

Оргамика С, Псевдобактерин 3 в фазу кущения – выхода в трубку повышает устойчивость яровой пшеницы и ярового ячменя к болезням.

В среднем за годы исследований отмечено достоверное снижение пораженности растений пшеницы. Пораженность яровой пшеницы септориозом снижалась на 29,2-58,4 % (НСР<sub>05</sub> 6,2 %).

Отмечено снижение пораженности ячменя гельминтоспориозом во всех исследуемых вариантах опыта. Наиболее эффективными в борьбе с гельминтоспориозом ячменя были 4 и 5 варианты. В 4 варианте пораженность гельминтоспориозом к контролю без обработки снизилась в 2,3 раза, в 5 варианте – в 2,9 раза. Пораженность контроля ярового ячменя гельминтоспориозом составляла 84 %, при применении предпосевной обработки семян, Биодукса, биоудобрений и биофунгицидов по вегетации (4 вариант) пораженность составляла 36 %, при добавлении к вышеназванным препаратом Гербитокса (5 вариант) пораженность снижалась до 29,1 % (НСР<sub>05</sub> 8,1 %).

Отмечено положительное влияние биопрепаратов, в особенности биофунгицидов и их сочетания с гербицидом на снижение пораженности зерновых культур корневыми гнилями. Пораженность яровой пшеницы на контроле составила 49 %, 2 и 3 вариантов 33,7 и 33,3 %, 4 варианта 18 %, в 5 варианте пораженных растений не было. Пораженность ярового ячменя корневыми гнилями на контроле была 45,3 %, достоверно ниже она была во всех вариантах применения биопрепаратов 25 %, 23,5 %, 21,7 %, 7,5 % во 2, 3, 4 и 5 вариантах.

В результате дисперсионного анализа данных пораженности зерновых культур корневыми гнилями, установлено, что большая доля влияния на устойчивость к этой болезни приходилась на фактор В – «год» 50,1 %, по 13 % приходилось на взаимодействие факторов А × В «технология возделывания × год», А × В × С «технология возделывания × год × культура» и 10,3 % влияния было у фактора В «технология возделывания».

Таким образом, применение биофунгицидов в различных сочетаниях способствовало снижению пораженности растений яровых пшеницы и ячменя корневыми гнилями. Лучшим является применение предпосевной обработки семян по программе «максимум», обработка стимулятором роста Биодукс, биоудобрениями Органит Н и Органит П, биофунгицидами Оргамика С и Псевдобактерин 3, гербицидом Гербитокс по вегетации.

Этот вариант обеспечивал полную защиту от корневых гнилей: на пшенице – пораженные данным заболеванием растения отсутствовали, и снижал пораженность корневыми гнилями на ячмене на 37,8 %.

### **3.4 Влияние комплексного применения биопрепаратов на элементы структуры урожая и урожайность**

Достоверное увеличение длины колоса пшеницы отмечалось во 2, 3, 4 и 5 вариантах, подробно описанных в методике исследований.

Применение благоприятно отразилось на озерненности главного колоса – во всех вариантах отмечалось достоверное увеличение количества зерен в колосе: на 6,8-10,4 штуки. Масса 1000 зерен была больше, чем на контроле во втором варианте на 2,12 г и пятом варианте на 1,36 г. Увеличивалось количество растений в сравнении с контролем во втором варианте на 102,2, в третьем варианте на 61,6, четвертом варианте на 175,7 шт./м<sup>2</sup>, и пятом варианте на 126,4 шт./м<sup>2</sup> соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожая яровой пшеницы, 2022-2024 гг.

Вариант	Длина колоса, см	Озерненность колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>	Количество прод. стеблей, шт./м <sup>2</sup>
1. Без обработки, контроль	7,6	26,4	33,00	239,2	464,0
2. Обработка семян + Биодукс	9,3	32,3	35,12	341,4	627,0
3. Обработка семян + Биодукс + Органит П + Органит Н	9,5	36,8	32,32	300,8	535,6
4. Обработка семян + Биодукс + Органит П + Органит Н + Оргамика С + Псевдобактерин 3	10,0	33,2	32,61	414,9	797,5
5. Обработка семян + Биодукс + Органит П + Органит Н + Оргамика С + Псевдобактерин 3 + Гербитокс	10,7	35,1	34,36	365,6	695,1
НСР <sub>05</sub> А вар.	0,645	2,188	0,198	6,850	8,323
НСР <sub>05</sub> Б год	0,500	1,695	0,153	5,306	6,447
НСР <sub>05</sub> А x Б	1,118	3,789	0,343	11,860	14,420

Применение биопрепаратов на посевах яровой пшеницы способствовало увеличению урожайности зерна по сравнению с контролем. Достоверное увеличение урожайности было во 2, 4 и 5 вариантах. В среднем наибольшая урожайность получена в четвертом варианте (предпосевная обработка семян + Биодукс + биоудобрения + биофунгициды) – 6,999 т/га, прибавка к контролю составила 74,7 % и в пятом варианте (предпосевная обработка семян + Биодукс + биоудобрения + биофунгициды + гербицид Гербитокс) – 5,637 т/га, что выше контроля на 40,7 %. Второй вариант также был больше контроля и составил 5,030 т/га, прибавка к контролю составила 25,5 %, но по урожайности он уступил четвертому и пятому вариантам (табл. 2).

Двухфакторный дисперсионный анализ позволил установить, что влияние на урожайность яровой пшеницы фактора «год» было самым значительным и составляло 60,2 %, процент взаимодействия факторов «технология возделывания × год» составил 22,5, влияние фактора «технология возделывания» было 16,1 %.

Таблица 2 – Влияние биопрепаратов на урожайность яровой пшеницы, т/га

Вариант	Годы				Отклонение от контроля, %
	2022	2023	2024	средняя	
1. Контроль, без обработки	6,480	3,866	1,675	4,007	-
2. Предпосевная обработка семян +Биодукс	7,100	4,433	3,559	5,030	25,5
3. Предпосевная обработка семян Биодукс+биоудобрения	5,615	3,390	3,351	4,119	2,8
4. Предпосевная обработка семян +Биодукс+биоудобрения+биофунгициды	8,490	9,154	3,353	6,999	74,7
5. Предпосевная обработка семян+Биодукс+биоудобрения+биофунгициды+гербицид	7,734	5,461	3,717	5,637	40,7
НСР <sub>05</sub> А вариант	1,160	0,516	0,427	0,844	
НСР <sub>05</sub> В год				0,654	
НСР <sub>05</sub> А × В				1,462	

Анализ элементов структуры урожая ярового ячменя также, как и по яровой пшенице, показал достоверные прибавки по вариантам опыта в сравнении с контролем.

Достоверные прибавки урожайности на яровом ячмене были во всех вариантах опыта. В среднем наибольшая урожайность получена в четвертом варианте (предпосевная обработка семян + Биодукс + биоудобрения + биофунгициды) – 6,727 т/га, где прибавка к контролю составила 56,6 % и в пятом варианте (предпосевная обработка семян + Биодукс + биоудобрения + биофунгициды + гербицид Гербитокс) – 6,126 т/га, прибавка к контролю здесь была 42,6 % (табл. 3).

Двухфакторный дисперсионный анализ позволил установить, что влияние на урожайность ярового ячменя фактора «год» было самым значительным и составляло 60,1 %, процент взаимодействия факторов «технология возделывания × год» составил 32,4, влияние фактора «технология возделывания» было 6,7 %.

Выявлена средняя прямая корреляционная зависимость урожайности зерновых культур с длиной колоса ( $r = 0,536$ ) и массой 1000 зерен ( $r = 0,541$ ). Увеличение урожайности на 28,7 % связано с увеличением длины колоса, на 29,3 % – с повышением массы 1000 зерен, о чем свидетельствуют коэффициенты детерминации. Существенные сильные положительные

взаимосвязи урожайности выявлены с количеством растений к уборке ( $r = 0,669$ ) и количеством продуктивных стеблей ( $r = 0,807$ ). Рост урожайности на 44,8 % связан возрастанием количества растений к уборке, на 65,1 % – с повышением количества продуктивных стеблей пшеницы и ячменя.

Таблица 3 – Влияние биопрепаратов на урожайность ярового ячменя, т/га

Вариант	Годы				Отклонение от контроля, %
	2022	2023	2024	средняя	
1. Контроль, без обработки	6,081	5,148	1,660	4,296	-
2. Предпосевная обработка семян+Биодукс	6,351	6,093	3,454	5,299	23,3
3. Предпосевная обработка семян+Биодукс+удобрения	5,300	5,371	3,352	4,674	8,8
4. Предпосевная обработка семян+Биодукс+удобрения+ фунгициды	6,504	10,654	3,023	6,727	56,6
5. Предпосевная обработка семян+Биодукс+удобрения+ фунгициды+гербицид Гербитокс	7,667	6,326	4,386	6,126	42,6
НСР <sub>05</sub> А вариант	0,699	0,857	0,396	0,361	
НСР <sub>05</sub> В год				0,280	
НСР <sub>05</sub> А x В				0,626	

Установлено увеличение урожайности яровых пшеницы и ячменя по мере роста длины колоса, массы 1000 зерен, количества растений к уборке и количества продуктивных стеблей.

### 3.5 Качество продукции при биологизации технологии возделывания пшеницы и ячменя

Отмечено положительное влияние применения биопрепаратов на посевные качества семян зерновых культур. Более высокие энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян яровых пшеницы и ячменя получены при применении комплексной биологической защиты, и также при совместном использовании биологической защиты и химического гербицида Гербитокс. Энергия прорастания яровой пшеницы в 3, 4 и 5 вариантах составила 94 %, 95 % и 96 %, лабораторная всхожесть – 97 %, 98 %, и 97 %. Энергия прорастания ярового ячменя в 5 варианте составила 92 %, лабораторная всхожесть в 4 и 5 вариантах – 95 % и 96 %.

Расчет коэффициентов корреляции позволил установить положительную связь средней степени между энергией прорастания и массой 1000 зерен ярового ячменя ( $r = 0,624$ ). С увеличением массы 1000 зерен увеличивается энергия прорастания семян ячменя. Увеличение энергии прорастания на 38,9 % зависело от массы 1000 зерен ячменя ( $R^2 = 0,389$ ).

Содержание белка в зерне яровой пшеницы было достоверно выше во всех вариантах биологизации по сравнению с контролем. Наибольшее содержание белка выявлено в четвертом варианте – 18,5 %, что составило 110,1 % к контролю. Стимулятор роста способствует увеличению содержания белка в зерне пшеницы на 0,8 %, стимулятор роста и биоудобрения – на 0,6 %, стимулятор роста, биоудобрения и биофунгициды – на 1,7 %. При совместном использовании стимулятора роста, биоудобрений, биофунгицидов и гербицида содержание белка увеличивалось на 1,1 %. Содержание белка в зерне пшеницы зависело от технологии возделывания и погодных условий вегетационных периодов. Двухфакторный дисперсионный анализ позволил установить, что влияние на содержание белка в зерне яровой пшеницы взаимодействия факторов «технология возделывания × год» составило 57 %; 33 % составило влияние фактора «технология возделывания».

Содержание клейковины в зерне пшеницы на 50 % зависело от взаимодействия факторов «технология возделывания × год», на 34 % от технологии возделывания и на 14 % от года. Стимулятор роста способствует увеличению содержания клейковины на 1,6 %, стимулятор роста и биоудобрения – на 2,9 %, стимулятор роста, биоудобрения и биофунгициды – на 4,6 %. При совместном использовании стимулятора роста, биоудобрений, биофунгицидов и гербицида содержание клейковины увеличивалось на 4,1 %

Большее содержание белка в зерне ярового ячменя получено во всех исследуемых вариантах в сравнении с контролем. Наибольшее содержание белка было в четвертом варианте – 16,9 %, прибавка к контролю составила 10,5 % и пятом варианте – 17,2 %, и прибавка к контролю – 12,4 %. Второй и третий варианты показали одинаковые результаты – 16,2 % или 5,9 % прибавку к контролю.

Максимальное влияние на содержание белка в зерне ярового ячменя оказывал фактор «год» 50 %. На взаимодействие факторов «технология возделывания × год» и «технология возделывания» приходилось 30 и 16 % соответственно. Содержание белка в зерне ячменя зависело в большей степени от погодных условий периодов вегетации в годы исследований и в несколько меньшей – от взаимодействия факторов «технология возделывания × год».

## **ГЛАВА 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ**

### **4.1 Экономическая эффективность рекомендуемых элементов технологии**

При анализе экономической эффективности выращивания пшеницы и ячменя более рентабельным было возделывание в вариантах 2 (предпосевная обработка семян и обработка Биодуксом по вегетации), 4 (предпосевная обработка семян, обработка Биодуксом, Органитом П, Органитом Н, Оргамикой С и Псевдобактерином 3 по вегетации) и 5 (предпосевная обработка

семян, обработка Биодуксом, Органитом П, Органитом Н, Оргамикой С, Псевдобактерином 3 и гербицидом Гербитокс по вегетации) (рис. 2).

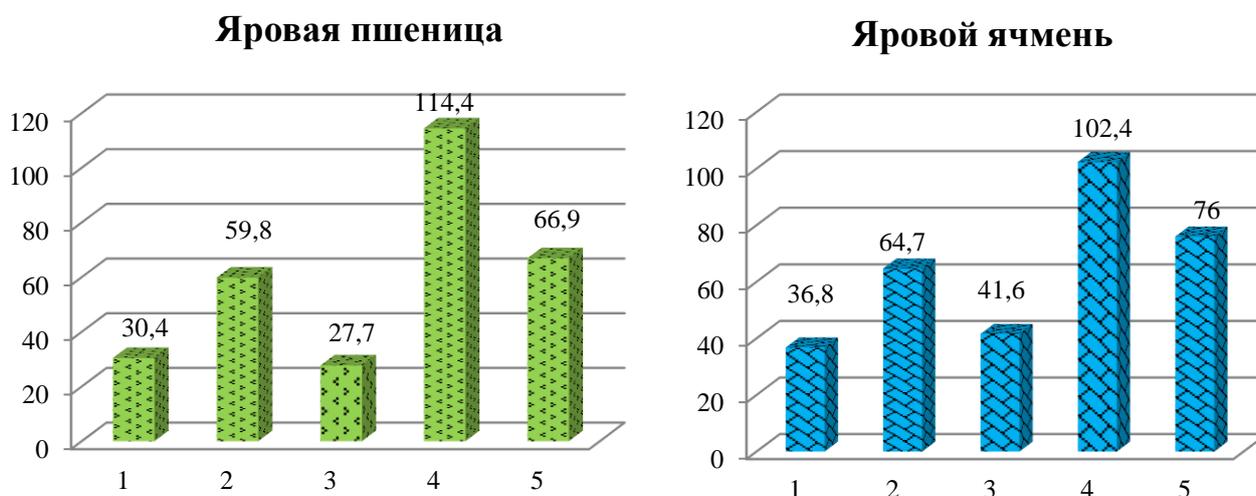


Рисунок 2 – Рентабельность производства зерна пшеницы и ячменя при различных вариантах применения биопрепаратов, %

Примечание: 1 – контроль, без биологизации; 2 – обработка семян + стимулятор роста; вариант 3 – обработка семян + стимулятор роста+ биоудобрения; вариант 4 – обработка семян + стимулятор роста+ биоудобрения + биофунгициды; 5 – обработка семян + стимулятор роста + биоудобрения + биофунгициды + гербицид

За счет более высокой урожайности и валового сбора, выручка от реализации продукции покрывала понесенные затраты, и приводила к получению прибыли.

#### 4.2 Биоэнергетическая эффективность рекомендуемых элементов технологии

Наибольший прирост валовой энергии зерна и прирост валовой энергии зерна с учетом побочной продукции был в четвертом варианте опыта с применением предпосевной обработки семян биопрепаратами и обработкой по вегетации стимулятором роста Биодукс, микробиологическими удобрениями и бифунгицидами. По пшенице на четвертом варианте прирост валовой энергии составлял 58 ГДж/га, на ячмене – 51,7 ГДж/га (рис. 3).

Расчеты биоэнергетической эффективности позволяют наиболее эффективно оценить изучаемые агротехнические приемы возделывания яровых пшеницы и ячменя и определить возможность сокращения энергетических затрат за счет оптимальных доз внесения биопрепаратов и подбора наиболее продуктивной схемы защиты.

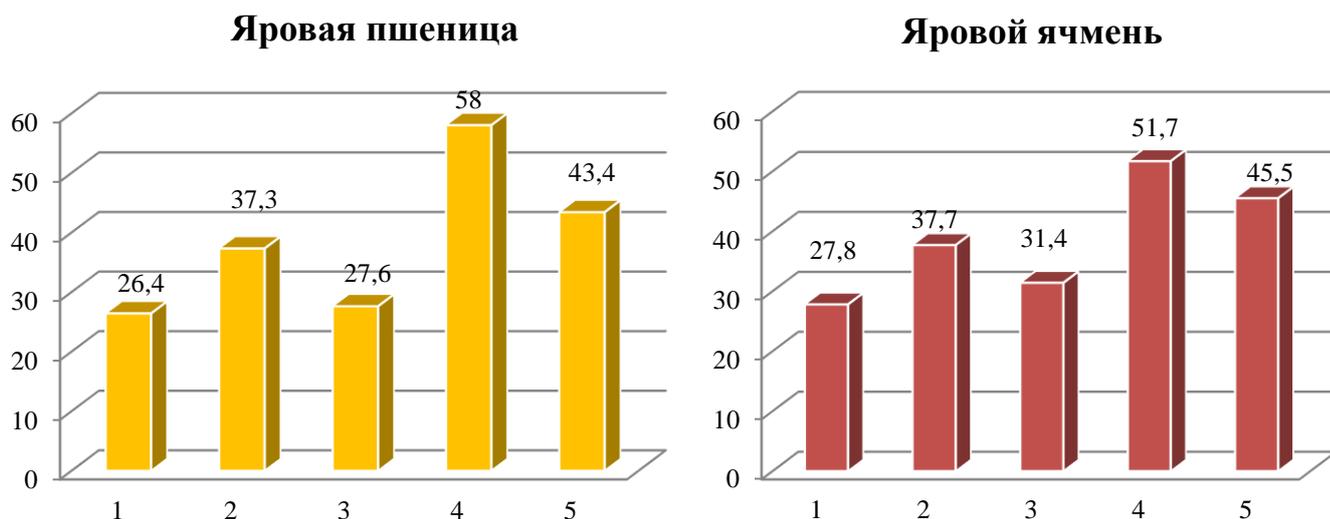


Рисунок 3 – Прирост валовой энергии зерна по вариантам биологизированных элементов технологии возделывания зерновых культур, ГДж/га

Примечание: 1 – контроль, без биологизации; 2 – обработка семян + стимулятор роста; вариант 3 – обработка семян + стимулятор роста+ биоудобрения; вариант 4 – обработка семян + стимулятор роста+ биоудобрения + биофунгициды; 5 – обработка семян + стимулятор роста + биоудобрения + биофунгициды + гербицид

Резюмируя, можно отметить, что в Красноярском крае производство зерна пшеницы и ячменя является энергетически эффективным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование элементов технологии заключается в предпосевной обработке семян комплексом биопрепаратов, выявление эффективных обработок биопрепаратами и совместного их применения с гербицидом для обработки посевов по вегетации. Проведенные в 2022-2024 гг. многофакторные полевые опыты по совершенствованию элементов технологии возделывания яровых пшеницы и ячменя в лесостепи Красноярского края позволили сформулировать следующее заключение.

Биологизированные элементы технологии стимулируют рост и развитие растений: полевая всхожесть яровой пшеницы увеличивалась на 7,4 – 9,0 %, ярового ячменя – на 21,7 – 22,2 %, выживаемость пшеницы к уборке – на 6,4 – 29,6 %, ячменя – на 7,2 – 10,0 %.

Доказана целесообразность применения биопрепаратов при возделывании яровых пшеницы и ячменя для снижения засоренности посевов. Выявлен вклад факторов в снижение засоренности зерновых культур. Результаты многофакторного дисперсионного анализа позволили установить большее влияние на снижение засоренности посевов взаимодействие факторов «технология возделывания × год» 31,7 %, «технология возделывания × культура» 22,8 % и фактора «год» – 18 %. Установлена достоверная положительная корреляция количества сорняков с массой сорняков ( $r =$

0,742...0,967) и количества сорняков с долей сорняков ( $r = 0,952...0,742$ ) в посевах пшеницы и ячменя.

Применение регулятора роста, биологической защиты семян и растений по вегетации приводило к существенному снижению пораженности листовыми болезнями и корневыми гнилями пшеницы и ячменя во всех исследуемых вариантах применения биологизации. Самая высокая устойчивость к болезням наблюдалась в пятом варианте: в сравнении с контролем пораженность септориозом пшеницы снижалась в 3,5 раза, корневых гнилей не было; пораженность гельминтоспориозом ячменя – в 2,9 раза, корневыми гнилями – в 6 раз.

На элементы структуры урожая оказывали влияние культура, год, технология возделывания. Ведущими элементами структуры урожая зерновых культур являются количество растений и продуктивных стеблей на единице площади, масса 1000 зерен и длина колоса. На формирование урожайности влияет масса 1000 зерен – на 29,3 %, длина колоса – на 28,7 %. Установлено, что между урожайностью яровых пшеницы и ячменя и количеством растений к уборке, а также между урожайностью и продуктивным стеблестоем существует сильная прямая корреляционная зависимость ( $r = 0,669 \dots 0,807$ ). Рост урожайности на 44,8 % связан с возрастанием количества растений к уборке, на 65,1 % – с повышением количества продуктивных стеблей пшеницы и ячменя.

Урожайность зерна яровых пшеницы и ячменя зависела от агротехнических факторов биологизации и погодных условий лет исследований. Достоверные прибавки пшеницы к контролю получены во втором, четвертом и пятом вариантах, ячменя – во всех исследуемых вариантах. Наибольшая прибавка урожайности к контролю по пшенице составила 2,9 т/га, по ячменю – 2,4 т/га. Влияние на урожайность фактора «год» было самым значительным и составляло 60 %.

При комплексном использовании биопрепаратов (четвертый вариант) и совместном использовании биопрепаратов и гербицида (пятый вариант) лабораторная всхожесть пшеницы увеличилась на 2,6-2,5 %, ячменя – на 2,9-2,3 %. Все исследуемые фоны биологизации приводили к достоверному увеличению содержания белка в зерне. В зерне пшеницы содержание белка увеличивалось на 3,6-10,1 %, у ячменя – на 5,9-12,4 % к контролю. Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы при использовании биопрепаратов повышалось к контролю во всех опытных вариантах на 7,1-20,4 %.

Предпосевная обработка семян и обработка посевов во всех исследуемых вариантах, как биопрепаратов, так и в сочетании с гербицидом Гербитоксом позволяет снизить затраты на производство зерна за счет роста урожайности и снижения себестоимости. Лучшим элементом технологии возделывания с применением биологизации является предпосевная обработка семян, обработка Биодуксом, Органитом П, Органитом Н, Оргамикой С и Псевдобактерином З по вегетации. Она повышает рентабельность производства семян пшеницы на 84 %, семян ячменя – на 65,6 %.

Биоэнергетическая оценка технологий выращивания яровых пшеницы и ячменя свидетельствует о высокой эффективности рационального применения биологических средств в лесостепи Красноярского края. Прирост валовой энергии зерна на пшенице составил 26,4 – 58,0 ГДж/га, на ячмене – 27,8 – 45,5 ГДж/га. Прирост валовой энергии увеличивается по мере применения биопрепаратов и был наибольшими в четвертом варианте при применении предпосевной обработки семян, обработки по вегетации стимулятором роста Биодукс, микробиологическими удобрениями и биофунгицидами.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях Красноярской лесостепи предприятиям сельскохозяйственного профиля, занимающимся возделыванием зерновых культур, с целью снижения себестоимости, повышения урожайности, получения семян с высокими посевными качествами яровых пшеницы и ячменя рекомендуем применять биологизированные технологии: предпосевную обработку семян по программе «Максимум» – Биодукс, Органит П, Органит Н, Оргамика С с нормой расхода биопрепаратов: Биодукс 1 мл/т, Органит П 1 л/т, Органит Н 1 л/т, Оргамика С 1 л/т.

1. В фазу кущения – начала выхода в трубку зерновых культур проводить обработку посевов Биодуксом (2 мл/га), Органитом П (1 л/га), Органитом Н (1 л/га), Оргамикой С (1 л/га) и Псевдобактерином 3 (1 л/га).

2. В фазу кущения – начала выхода в трубку зерновых культур проводить обработку посевов Биодуксом (2 мл/га), Органитом П (1 л/га), Органитом Н (1 л/га), Оргамикой С (1 л/га), Псевдобактерином 3 (1 л/га), Гербитоксом (1 л/га).

Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Байкалова, Л. П. Влияние биопрепаратов на засоренность посевов яровой пшеницы / Л. П. Байкалова, **А. А. Карвель** // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 10 (211). – С. 74-81. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-74-81

2. Байкалова, Л. П. Влияние биопрепаратов на засоренность посевов ярового ячменя / Л. П. Байкалова, **А. А. Карвель** // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова. – 2024. – № 4 (77). – С. 6–13. DOI: 10.34655/bgsha. 2024.77.4.001.

3. Байкалова, Л. П. Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожая и урожайность яровой пшеницы / Л. П. Байкалова, **А. А. Карвель** // Вестник ИрГСХА. – 2024. – 5 (124). – С. 25-33. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-124-25-33.

4. Байкалова, Л. П. Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожая и урожайность ярового ячменя / Л. П. Байкалова, **А. А. Карвель** // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 6 (219). – С. 45-57.

#### Публикации в других изданиях:

5. Байкалова, Л. П. Пораженность пшеницы и ячменя болезнями при применении биологической защиты растений / Л. П. Байкалова, **А. А. Карвель**, А. Т. Аветисян // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук / Под общей редакцией И. А. Устюжанина. Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2023. – С. 22-26.

6. Байкалова, Л. П. Влияние приемов агротехники на натуру и массу 1000 зерен яровых пшеницы и ячменя / Л. П. Байкалова, **А. А. Карвель**, Д. Ю. Вирченко, А. М. Волошин // Проблемы и пути повышения качества зерна в природно-климатических условиях Западной Сибири: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень, 2023. – С. 219-225.

7. Байкалова, Л. П. Элементы структуры урожая и урожайность яровой пшеницы в Красноярской лесостепи при применении биопрепаратов / Л. П. Байкалова, **А. А. Карвель** // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]: материалы IV Международной научной конференции (21 ноября 2024 г., Красноярск) / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2025. – С. 141-146.

8. **Карвель, А. А.** Влияние агротехнических приемов выращивания на засоренность яровой пшеницы / А. А. Карвель, Л. П. Байкалова // Инновационные тенденции развития российской науки [Электронный ресурс]: мат-лы XVII Междунар. науч.-практ. конф. молод. учен. (04–06 марта 2024 года). Часть 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2024. – С. 44-49.

9. **Карвель, А. А.** Влияние биопрепаратов на энергию прорастания и всхожесть ярового ячменя / А. А. Карвель // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Мат-лы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 130-летию основания Вятской селекционной станции. – Киров, 2025. – С. 291-297.

10. **Карвель, А.А.** Влияние биопрепаратов на содержание белка и клейковины в зерне яровой пшеницы / А.А. Карвель // Инновационные тенденции развития российской науки [Электронный ресурс]: мат-лы XVIII Междунар. науч.-практ. конф. молод. учен. (03–06 марта 2025 года). Часть 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2025. – С. 73-77.