

На правах рукописи

Хохряков Иван Николаевич

**ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ижевск 2024 г.

Диссертационная работа выполнена на кафедре растениеводства, земледелия и селекции федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет» в 2020-2024 гг.

Научный руководитель: **Исламова Чулпан Марсовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, земледелия и селекции ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ

Официальные оппоненты: **Каргин Василий Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой пищевых технологий ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Блохин Василий Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции ярового ячменя Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства – обособленного структурного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской Академии наук»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «21» ноября 2024 года в 14³⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.043.02 при ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ по адресу: 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет», на сайте университета <https://udsau.ru/> и на сайте ВАК при Минобрнауки РФ <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, направлять по адресу: 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая 11, e-mail: nir210@mail.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.043.02,
кандидат сельскохозяйственных наук

Рябова Татьяна Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Укрепление продовольственной безопасности страны определяется увеличением производства зерна важнейших зерновых культур, к которым в условиях Среднего Предуралья относится яровая ячмень [Чекмарев П. А., 2009; Урожай и качество..., 2014; Влияние удобрений..., 2017]. С каждым годом потребность в зерне ярового ячменя только возрастает, поэтому перед учеными агрономами стоит важная задача – увеличение урожайности данной культуры в разных почвенно-климатических условиях [Чурило Л. С., 2006].

В последние годы широкое распространение получила экологизация и биологизация сельского хозяйства, и начали применять биопрепараты, стимуляторы роста и развития, микроудобрения, которые оказывают стимулирующее воздействие на темпы роста, снижают токсическое воздействие пестицидов, обеспечивают прибавку урожайности, оздоравливают почву, а также преобразуют недоступные соединения минерального питания в доступные для растений формы [Федоренко В. Ф., 2018, Серкова Г. А., 2023].

Каждый генотип имеет специфическую реакцию на агротехнические и агроклиматические факторы, поэтому важно знать, как отдельные приемы технологии (приемы посева, удобрения) влияют на рост, развитие, сохранность растений к уборке и, в конечном итоге, на урожайность зерна [Anbessa Y., 2012; Сыздыкова Г. Т., 2018; Реакция сортов ..., 2019]. Ячмень одна из самых отзывчивых на улучшение условий выращивания культура. Несмотря на короткий вегетационный период, он способен формировать высокую урожайность. Но для этого необходима соответствующая обеспеченность всеми элементами питания. Доля влияния минеральных удобрений в формировании продуктивности ячменя может составлять от 25 до 80 %, а правильное их применение способствует повышению общей урожайности, кормовой ценности, а также устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам [Дериглазова Г. М., 2010; Effect of seeding ..., 2012]. Урожайность ячменя во многом зависит и от густоты стояния растений. Правильно выбрать норму высева – значит создать наиболее благоприятные условия для роста и развития [Кощеляев В. В., 2005]. Актуальность формирования оптимальной густоты посева объясняется тем, что факторы, определяющие величину урожайности, постоянно меняются [Neugschwandtner R.W., 2008].

Более детальное изучение и уточнение приёмов технологии возделывания ярового ячменя сорта Камашевский, таких, как предпосевная обработка семян, норма высева, применение минеральных удобрений и использование регуляторов роста, приобретают актуальность, имеют практическую и теоретическую значимость.

Степень разработанности. В настоящее время накоплен большой по объёму и богатый по содержанию экспериментальный материал по оценке отдельных технологических приёмов возделывания ячменя – предпосевной обработки семян [Фатыхов И. Ш., 1993; 2002; Огнев В. Н., 2002; 2014; Исмагилов Р. Р., 2003; 2011; Мазунина Н. И., 2007; Курылева А. Г., 2009; 2012; Богатырева Т. С., 2022; Антипова Т. А., 2022], применения удобрений [Родина Н. А., 1977; Фатыхов И. Ш., 1991; 2014; Сахибгареев А. А., 1996; 2018; Лейних П. П., 2002; Михайлова Л. А., 2005; Башков А. С., 2014; Дзюин Г. П., 2016; Щенникова И. Н., 2017; Бортник Т. Ю., 2022], приёмов посева [Фатыхов И. Ш., 1993; Коконев С. И., 2000; 2001; Исмагилов Р. Р., 2011;

Елисеев С. Л., 2012, Блохин В. И., 2019], использование регуляторов роста [Кокнов С. И., 2002; Фатыхов И. Ш., 2002; Назарова Н. Н., 2010; Коробейникова О. В., 2013; Чирков С. В., 2018]. Однако разработка приемов повышения продуктивности ярового ячменя сорта Камашевский не проводилась и требует подробного изучения с учетом почвенно-климатических условий Среднего Предуралья.

Цель исследований – совершенствование агротехнологических приемов повышения продуктивности ячменя Камашевский в Среднем Предуралье

Для достижения данной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Установить влияние применяемых агротехнологических приемов (предпосевная обработка семян, норма высева, минеральные удобрения, регуляторы роста по вегетации) на урожайность, элементы ее структуры, изменение морфологических показателей, фотосинтетическую деятельность растений ячменя;
2. Выявить действие предпосевной обработки семян на зараженность растения ячменя корневыми гнилями;
3. Определить влияние изучаемых приемов на качество зерна, соломы, их биохимический состав и кормовую питательность;
4. Изучить влияние технологических приемов на вынос основных элементов питания с урожаем;
5. Рассчитать энергетическую и экономическую эффективность приемов технологии возделывания ячменя Камашевский и дать рекомендации сельскохозяйственному производству.

Научная новизна. Впервые в почвенно-климатических условиях Среднего Предуралья выявлена реакция на предпосевную обработку семян, нормы высева, эффективность применения разных уровней минерального питания и использования регуляторов роста в технологии возделывания ярового ячменя Камашевский на продовольственные и кормовые цели. На основании экспериментальных данных установлена положительная отзывчивость ячменя на предпосевную обработку семян фунгицидом Аттик и комплексным минеральным удобрением Микровит Стандарт и норму высева семян 4,5 млн штук всхожих семян на 1 га. Доказан эффект внесения дозы минеральных удобрений, установленной расчетно-балансовым методом, на планируемую урожайность 4 т/га и опрыскивания посевов в фазе выхода в трубку регулятором роста Рэгги. Урожайность зерна и соломы научно обоснована элементами ее структуры, фотосинтетической деятельностью растений, пораженностью корневыми гнилями. Определен химический состав семян и соломы, размеры общехозяйственного и нормативного выноса макроэлементов с урожаем зерна и соломы, технологические качества и кормовая питательность зерна. Рассчитана экономическая и энергетическая оценки эффективности технических приемов в технологии выращивания ячменя Камашевский.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты проведенных исследований вносят значимый вклад в развитие теоретических основ адаптивного растениеводства Среднего Предуралья по совершенствованию технологии возделывания ярового ячменя Камашевский, расширяют научные представления о роли препаратов для предпосевной обработки семян, минеральных удобрений и регуляторов роста в формировании продуктивности, технологических качеств и кормовой питательности зерна. На основе экспериментальных данных установлена эффектив-

ность обработки семян ячменя Камашевский перед посевом комплексным минеральным удобрением Микровит Стандарт и фунгицидом Аттик, доказана возможность получения урожайности при внесении удобрений в дозах, рассчитанных расчетно-балансовым методом на получение 3 и 4 т/га совместно с опрыскиванием посевов регулятором роста Рэгги, обеспечивающим существенную прибавку урожайности зерна и соломы. Производственные испытания на площади 90 га в ИП Глава «КФХ Хохряков Н. В. Шарканского района Удмуртской Республики в 2022 г. подтвердили положительную реакцию ячменя сорта Камашевский на предпосевную обработку семян фунгицидом Аттик повышением урожайности на 0,20 т/га и на площади 102 га в ООО «Мир» Шарканского района Удмуртской Республики в 2023 г. – на применение удобрений для получения 4 т/га зерна и соответствующего количества соломы и использования препарата Рэгги прибавкой урожайности 1,93 т/га.

Результаты, полученные при проведении исследований по данной теме, используются в учебном процессе на агрономическом факультете Удмуртского ГАУ, в частности на занятиях по дисциплинам «Растениеводство», «Кормопроизводство», «Агрохимия».

Основные положения, выносимые на защиту:

- особенности формирования урожайности ячменя в зависимости от применяемых агротехнологических приемов (предпосевная обработка семян, норма высева, минеральные удобрения, регуляторы роста);
- научное обоснование урожайности элементами структуры, фотосинтетической деятельностью, морфологическими показателями растения и пораженностью корневыми гнилями;
- химический состав, технологические качества и кормовая питательность зерна ячменя в зависимости от применяемых приемов;
- экономическая и энергетическая целесообразность применяемых приемов в технологии возделывания ячменя Камашевский.

Методология и методы исследования. Методология исследования основана на установлении цели, определении задач и разработке программы исследований; обзоре научной литературы по теме исследований; проведении полевых опытов и производственной проверки, лабораторных исследований; выполнении фенологических наблюдений и учетов; статистической обработке экспериментальных данных и анализе полученных результатов.

Степень достоверности и апробация работы. Исследования проводили в соответствии с методиками и ГОСТами, применяемыми в растениеводстве, энергетическую и экономическую оценки – на основании технологических карт, существенность разницы в показаниях между вариантами – методом дисперсионного анализа. Результаты проведенных исследований были рассмотрены на заседаниях кафедры растениеводства, земледелия и селекции Удмуртского ГАУ. Материалы диссертации были доложены на научно-практических конференциях: на Всероссийских и Межрегиональных научно-практических конференциях ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ в 2020–2023 гг. (г. Ижевск); ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ имени академика Д. Н. Прянишникова (г. Пермь, 2023), ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова» (г. Нальчик, 2024), ФГБОУ ВО Самарский ГАУ (г. Самара, 2024), международном форуме ученых (г. Новосибирск, 2024), в 2022 г. и 2023 г.

на Всероссийском конкурсе научных работ по сельскохозяйственным наукам аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений МСХ РФ по Приволжскому федеральному округу (ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ) и на Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Минсельхоза России (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ). По материалам работы опубликовано 9 печатных работ, в том числе 3 работы в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Личное участие автора. Автор принял личное участие в планировании научного эксперимента, в проведении полевых опытов и лабораторных исследований, в получении, анализе, обобщении и научном обосновании результатов исследований в течение 2020–2024 гг.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, рекомендаций производству, списка литературы (277 наименований, в т.ч. 17 на иностранном языке), приложений. Полный объем работы составляет 161 страница, включает 66 таблиц, 5 рисунков, 96 приложений.

1 Современное состояние вопроса (обзор литературы)

Проведен обзор отечественных и иностранных источников научной литературы о реакции зерновых культур, в том числе ярового ячменя на предпосевную обработку семян химическими и биологическими препаратами, применение минеральных удобрений, норму высева и использование регуляторов роста по вегетации.

2 Объект, методика и условия проведения исследований

Объект исследований – сорт ярового ячменя Камашевский. Место проведения полевых исследований ИП Глава «КФХ Хохряков Н. В.» Шарканского района Удмуртской Республики, производственных испытаний – в 2022 г. ИП Глава «КФХ Хохряков Н. В.» Шарканского района Удмуртской Республики, в 2023 г. – ООО «Мир» Шарканского района Удмуртской Республики. Лабораторные исследования – в лабораториях ФГБОУ ВО Удмуртского ГАУ.

Опыт № 1. «Реакция ярового ячменя Камашевский на предпосевную обработку семян регуляторами роста, фунгицидами, комплексными минеральными удобрениями, биопрепаратами». **Схема опыта:** 1) Без обработки (к); 2) Псевдобактерин-2, Ж; 3) Смесь микроудобрений ($\text{CoSO}_4 + \text{CuSO}_4 + \text{ZnSO}_4$); 4) Террасил Форте; 5) Циркон; 6) Agree`s Форсаж; 7) Микровит Стандарт; 8) Мивал-Агро; 9) Аттик. Опыт полевой, однофакторный, повторность вариантов четырехкратная. Размещение вариантов систематическое в 2 яруса со смещением. Общая площадь делянки – 40 м², учетная площадь – 36 м².

Опыт № 2. «Реакция ярового ячменя Камашевский на дозы минеральных удобрений и обработку посевов регуляторами роста». **Схема опыта:** **Фактор А – Доза минеральных удобрений** 1) Без удобрений (к); 2) На планируемую урожайность 3 т/га; 3) На планируемую урожайность 4 т/га; 4) На планируемую урожайность 5 т/га. **Фактор Б – Регуляторы роста.** 1) Без обработки (к); 2) Моддус; 3) Рэгги; 4) Антивылегал. В среднем за три года исследований внесено минераль-

ных удобрений в кг д.в.: на планируемую урожайность 3 т/га – $N_{40}P_{10}K_{20}$, на 4 т/га – $N_{65}P_{20}K_{45}$, на 5 т/га – $N_{90}P_{30}K_{75}$.

Опыт №3. «Реакция ярового ячменя Камашевский на норму высева и обработку посевов регуляторами роста». **Схема опыта: Фактор А – Норма высева**

1) 3,5 млн шт. всхожих семян/га; 2) 4,5 млн шт. всхожих семян/га (к); 3) 5,5 млн шт. всхожих семян/га; **Фактор Б – Регуляторы роста** 1) Без обработки (к); 2) Моддус; 3) Рэggi; 4) Антивылегал. Опыты № 2 и 3 полевые, двухфакторные, повторность вариантов четырехкратная. Расположение вариантов методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки – 40 м², учетная площадь – 36 м².

Методика проведения исследований в опытах. Опыты заложены в соответствии с методиками опытного дела [Доспехов Б. А., 1985]. Анализ агрохимических свойств почв – по общепринятым методикам: подвижный фосфор и калий – по А. Т. Кирсанову в модификации ЦИНАО [ГОСТ Р 54650-2011], органическое вещество – по И. В. Тюрину в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-2021], обменная кислотность (рН в солевой вытяжке) – потенциометрическим методом [ГОСТ 58594-2019], гидролитическая кислотность по Каппену – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26212- 2021], сумма поглощённых оснований – по методу Капена-Гильковица [ГОСТ 27821- 2020], степень насыщенности почв основаниями – расчетным методом. Дозы минеральных удобрений – балансово-расчетным методом [Исупов А. Н., 2012].

Фактическая норма высева, фенологические наблюдения, морфологический анализ растений, структура урожайности, учет болезней – Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1989].

Площадь листовой поверхности – методом высечек, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза – по А. А. Ничипоровичу [1963]; Практикум по физиологии [1990]. Учет пораженности корневой гнилью – по числу пораженных растений в пробе [Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1989]. Биологическая эффективность – по формуле биологической эффективности в соответствии с методическими указаниями [Методические указания..., 1986]. Метод учета урожайности двойной: сплошной с каждой делянки с последующим пересчетом на стандартную влажность зерна 14 % [ГОСТ 13586.5-2015] и на 100 % чистоту [ГОСТ 12037-81] и по пробным снопам [Методика государственного сортоиспытания..., 1989].

Химический состав зерна: азот – ГОСТ 13496.4-2019, фосфор – ГОСТ 26657-97, калий – ГОСТ 32250-2013. Натура зерна – ГОСТ 10840-2017, ГОСТ 28672-2019; масса 1000 зерен – ГОСТ 10842-89. Общий азот и сырой протеин – по методу Кьельдаля [ГОСТ 13496.4-2019], влага – ГОСТ 27548-97, сырая клетчатка – по Геннебергу и Штоману [ГОСТ 31675-2012], сырой жир – ГОСТ 13495.15-2016, сырая зола – ГОСТ 32933-2014, концентрация обменной энергии в корме – ГОСТ 51038-97, ГОСТ Р 53900-2010. Хозяйственный и нормативный вынос азота, фосфора и калия с урожаем, расчет окупаемости минеральных удобрений – Нормирование применения агрохимикатов [Макаров В. И., 2016].

Энергетическая и экономическая оценки изучаемых приемов – на основании технологических карт выращивания ярового ячменя [Типовые нормативно-технологические карты..., 2004; Энергетическая оценка эффективности..., 2016].

Существенность разницы в показаниях между вариантами – дисперсионный анализ [Доспехов Б. А., 1985]. Термины и определения – ГОСТ 16265-89.

Почвенные условия. Опыты закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Кислотность пахотного слоя почвы от близкой к нейтральной до нейтральной; содержание органического вещества – высокое; содержание подвижного фосфора – повышенное и калия – от низкого до очень высокого.

Метеорологические условия. 2021 г. характеризовался как теплый с недостаточным увлажнением. В данный год в период вегетации ячменя выпало 148 мм осадков, сумма активных температур составила 1444 °С, среднесуточная температура воздуха – 17,2 °С. 2022 г. был умеренно теплый с достаточным увлажнением, когда за вегетацию ячменя сумма положительных температур выше 10 °С составила 1299 °С, среднесуточная температура +14,5 °С и выпало 175 мм осадков. Условия 2023 г. сложились, как умеренно теплые и значительно засушливые, при сумме активных температур – 1329 °С, среднесуточной температуре +13,8 °С и 70 мм осадков.

Технология выращивания ярового ячменя в опытах. В севообороте яровой ячмень высевали после ярового рапса. Осеннюю обработку почвы проводили БДТ-3, весной при достижении почвой физической спелости – боронование БЗТС-1,0 в один след на глубину 4–6 см. Затем провели двойную культивацию КМН-8-4-С, глубина первой обработки 10–12 см, второй – 4–5 см. Удобрения рассчитывали расчетно-балансовым методом: в опытах № 1 и № 2 – на планируемую урожайность зерна 3 т/га, в опыте № 3 согласно схемы опыта. Предпосевная обработка семян в опыте №1 – согласно схемы опыта. В опытах № 2 и № 3 проводили протравливание фунгицидом Аттик с нормой расхода 0,75 л/т и комплексным минеральным удобрением Agree`s Форсаж (2 л/т) с расходом рабочей жидкости 10 л/т.

Посев ярового ячменя Камашевский проводили обычным рядовым способом сеялкой С-6ПМЗ на глубину 3-4 см. В опыте № 1 и № 3 норма высева семян – 4,5 млн шт. всхожих семян на 1 га, в опыте №2 согласно схемы опыта. В фазе кущения посевы обрабатывали гербицидом Герсотил, ВДГ с нормой 15 мг/га. В опыте № 1 проведена подкормка 5 % раствором карбамида в фазе кущения. В опытах № 2 и № 3 проведена подкормка баковой смесью карбамида 5 % и микроудобрением Аминовит (2 л/га). В опытах № 2 и № 3 опрыскивание посевов регуляторами роста в фазе выхода в трубку. Уборка в фазе полной спелости однофазным способом.

3 Реакция ярового ячменя Камашевский на предпосевную обработку семян

В 2021 г. наибольшая прибавка урожайности зерна 1,33–1,59 т/га получена при обработке семян перед посевом Аттик и Микровит Стандарт, в 2022 г. – на 1,02–1,14 т/га при использовании Аттик, Микровит Стандарт, Террасил Форте, Мивал Агро и Agree`s Форсаж, в 2023 г. – на 0,66–0,71 т/га при применении Аттик и Микровит Стандарт (таблица 1). В среднем за годы исследований наибольшую урожайность 2,95 т/га и 3,07 т/га зерна ячменя сорта Камашевский обеспечили соответственно предпосевная обработка семян препаратами Микровит Стандарт и Аттик, которые имели преимущество на 1,02 т/га и 1,14 т/га соответственно относительно варианта без обработки (НСР₀₅ – 0,13 т/га).

Таблица 1 – Урожайность зерна и соломы ярового ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян, т/га

Предпосевная обработка семян	Урожайность зерна				Урожайность соломы, среднее 2021–2023 гг.
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	
Без обработки (к)	1,42	2,38	1,98	1,93	2,49
Псевдобактерин-2, Ж	1,75	2,61	2,04	2,13	2,78
CoSO ₄ +CuSO ₄ +ZnSO ₄	1,78	2,56	2,05	2,13	2,89
Террасил Форте	1,97	3,41	2,31	2,56	3,65
Циркон	2,24	2,92	2,06	2,40	3,14
Agree`s Форсаж	2,22	3,40	2,44	2,69	3,47
Микровит Стандарт	2,75	3,46	2,64	2,95	4,01
Мивал-Агро	2,13	3,41	2,52	2,68	3,50
Аттик	3,01	3,52	2,69	3,07	4,15
НСР ₀₅	0,32	0,13	0,16	0,13	0,30

В среднем (2021–2023 гг.) предпосевная обработка семян всеми препаратами, кроме Псевдобактерин-2, Ж, обеспечила существенное превышение урожайности соломы на 0,40–1,64 т/га относительно урожайности без обработки при НСР₀₅ – 0,30 т/га. Наибольшую урожайность соломы ячменя Камашевский обеспечила предпосевная обработка семян препаратами Микровит Стандарт (4,01 т/га) и Аттик (4,15 т/га).

Относительно высокой полевой всхожестью семян (80 %) и количеством продуктивных растений (296 шт./м²) обладали посевы, обработанные фунгицидом Аттик, данные которых превосходили другие экспериментируемые препараты. Существенно большее увеличение густоты продуктивного стеблестоя наблюдали в вариантах с обработкой семян Микровит Стандарт (463 шт./м²) и Аттик (471 шт./м²), что на 80–88 шт./м² превышали контроль и на 21–75 шт./м² изучаемые в опыте варианты при НСР₀₅ – 12 шт./м². Относительно высокой выживаемостью растений 83 % характеризовались варианты с предпосевной обработкой семян препаратами Agree`s Форсаж, Микровит Стандарт, Мивал-Агро и Аттик. Обработка семян фунгицидом Аттик обеспечивала преимущество по продуктивности колоса в сравнении с контролем на 0,02–0,16 г при НСР₀₅–0,02 г. Предпосевная обработка семян Террасил форте, Циркон, Agree`s Форсаж, Микровит Стандарт, Мивал-Агро, Аттик положительно повлияла на озерненность колоса, прибавка данного показателя в этих вариантах относительно контроля составила 1,2–2,7 шт. (НСР₀₅ – 0,8 шт.). Относительно большей массой 1000 зерен характеризовались варианты с обработкой семян препаратами Микровит Стандарт (52,5 г) и Мивал-Агро (52,8 г), превышение составило 2,5 г и 2,8 г соответственно относительно варианта без обработки (НСР₀₅ – 2,4 г).

Наибольшую площадь листьев в фазе кущения 17,2 и 17,4 тыс. м² /га и 16,3 и 16,4 тыс. м² /га – в фазе молочного состояния зерна имели варианты с обработкой семян Микровит Стандарт и Аттик, с преобладанием на 1,6–5,0 тыс. м² /га и 0,8–3,7 тыс. м² /га соответственно, в фазе выхода в трубку – с применением фунгицида Аттик с превышением на 1,1–5,6 тыс. м²/га, чем площадь листьев в остальных вариантах. Повышением площади листовой поверхности на 4,7–5,2 тыс. м²/га в фазе колошения ячменя, выделились варианты с обработкой семян перед посевом удоб-

рениями Agree`s Форсаж (26,6 тыс. м² /га), Микровит Стандарт (26,8 тыс. м² /га) и фунгицидом Аттик (27,1 тыс. м² /га) при НСР₀₅–0,8 тыс. м² /га (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели фотосинтетической деятельности растений ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян, среднее 2021–2023 гг.

Предпосевная обработка семян	Площадь листьев, тыс. м ² /га				ФП, тыс. м ² × сут. на 1 га	ЧПФ, г/м ² в сутки
	кущение	выход в трубку	колошение	молочное состояние зерна		
Без обработки (к)	12,4	24,2	21,9	12,7	940	5,28
Псевдобактерин-2, Ж	13,5	25,3	22,2	13,5	981	5,36
CoSO ₄ +CuSO ₄ +ZnSO ₄	13,0	25,1	22,8	13,9	985	5,54
Террасил Форте	15,2	26,6	24,3	13,8	1047	6,04
Циркон	14,4	26,9	23,7	13,4	1036	5,72
Agree`s Форсаж	15,4	28,2	26,6	14,5	1120	5,57
Микровит Стандарт	17,2	28,7	26,8	16,3	1168	5,82
Мивал-Агро	15,6	28,5	25,4	15,5	1117	5,76
Аттик	17,4	29,8	27,1	16,4	1189	6,02
НСР ₀₅	0,6	0,6	0,8	0,8	23	0,28

Наибольший ФП имели растения в вариантах с обработкой семян Микровит Стандарт – 1168 тыс. м²×сут. /га и Аттик – 1189 тыс. м²×сут. /га. У растений ячменя ЧПФ существенно увеличивалась на 0,29–0,74 г/м² в сутки при предпосевной обработке семян Террасил Форте, Циркон, Agree`s Форсаж, Микровит Стандарт, Мивал-Агро и Аттик при 5,28 г/м² в сутки в контроле (НСР₀₅ – 0,28 г/м² в сутки).

Во всех вариантах с обработкой семян перед посевом наблюдалось значительное снижение развития корневых гнилей на 3–10 % в фазе кущения (НСР₀₅–2 %) и на 5–15 % – в фазе молочного состояния зерна (НСР₀₅–3 %) относительно варианта без обработки. Распространенность в фазе кущения уменьшалась на 13–32 % при применении препаратов Террасил Форте (46 %), Agree`s Форсаж (59 %), Микровит Стандарт (52 %), Мивал-Агро (56 %) и Аттик (40 %) при НСР₀₅ –12 % по отношению к контролю. В защите от корневых гнилей растений ячменя была выявлена высокая биологическая эффективность протравителей Террасил Форте и Аттик.

Предпосевная обработка семян препаратами Аттик, Микровит Стандарт обеспечивала существенное возрастание на 11–12 г/л природы зерна ячменя относительно варианта без обработки семян (НСР₀₅ –11 г/л). Выявлено существенное снижение на 0,5–1,1 % пленчатости в вариантах с предпосевной обработкой семян препаратами Террасил Форте (9,9 %), Циркон (10,1 %), Agree`s Форсаж (9,7 %), Микровит Стандарт (9,5 %), Мивал-Агро (9,5 %) и Аттик (9,6 %) при НСР₀₅ –0,4 %. В среднем, все варианты предпосевной обработки семян, кроме CoSO₄+CuSO₄+ZnSO₄, имели существенно большее содержание белка в зерне на 0,3–1,2 % по сравнению с контрольным вариантом без обработки семян (11,2 %) при НСР₀₅ – 0,3 %.

Относительно большую концентрацию азота в зерне 2,06–2,18 % имели варианты с обработкой семян Террасил Форте, Циркон, Agree`s Форсаж, Микровит Стандарт, Мивал-Агро и Аттик, содержание которого на 0,10–0,21 % превышало вариант без обработки при НСР₀₅ –0,06 %. Концентрация фосфора в зерне существенно увеличивалась на 0,04–0,09 % в вариантах с обработкой семян всеми препаратами, кроме варианта с Псевдобактерином -2, Ж, при накоплении 1,12 % в контроле (НСР₀₅ –0,03 %). Все препараты существенно повышали содержание калия в

зерне на 0,02–0,05 % (НСР₀₅ – 0,02 %) и в соломе на 0,06–0,11 % (НСР₀₅ – 0,06 %) относительно варианта без обработки. Увеличение фосфора в соломе ячменя на 0,07–0,09 % наблюдалось в вариантах с обработкой семян удобрениями Agree`s Форсаж и Микровит Стандарт при НСР₀₅ – 0,07 %.

На накопление сырого протеина оказало влияние использование комплексного минерального удобрения Agree`s Форсаж, увеличив его на 1,3 % и фунгицида Аттик – на 1,1 % относительно без обработки. Концентрация сырой клетчатки снижалась при обработке семян и наименьшим содержанием характеризовались варианты с использованием фунгицидов Аттик (7,6 %) и Террасил Форте (7,6 %). Больше сырого жира в зерне было накоплено при обработке Agree`s Форсаж, Микровит Стандарт, Аттик. Наибольшим выходом с1 га ОЭ 36,9 и 35,4 ГДж и сбором кормовых единиц 3,60 и 3,45 тыс. к. ед. характеризовались варианты с применением для предпосевной обработки семян фунгицида Аттик и удобрения Микровит Стандарт.

4 Реакция ярового ячменя Камашевский на применение расчетных доз минеральных удобрений и обработку посевов регуляторами роста

Во все годы проведения исследований наибольшая урожайность зерна ячменя была сформирована в варианте с применением минеральных удобрений на получение урожайности 4 и 5 т/га, между которыми не было различий (таблица 3).

В относительно благоприятных условиях 2021 г. и 2022 г. внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность 4 т/га и 5 т/га обусловило существенное увеличение урожайности зерна на 1,58–1,65 т/га (НСР₀₅ гл. эфф. по ф. А – 0,09 т/га) и на 1,96–1,99 т/га (НСР₀₅ гл. эфф. по ф. А – 0,09 т/га) соответственно, в засушливых условиях 2023 г. – на 1,01 т/га (НСР₀₅ гл. эфф. по ф. А – 0,08 т/га) относительно урожайности в варианте без применения удобрений. Наибольшая урожайность зерна в 2021 г. – 3,67 т/га и в 2022 г – 4,24 т/га получена при обработке посевов регулятором роста Рэгги, в 2023 г – 3,10 т/га и 3,09 т/га – при опрыскивании Рэгги и Моддус. В среднем за 2021–2023 гг. наибольшая урожайность зерна (4,21–4,25 т/га) и соломы (4,71–4,78 т/га) получена при внесении дозы минеральных удобрений на запланированную урожайность 4 и 5 т/га при опрыскивании посевов регулятором роста Рэгги.

Используемые регуляторы роста снижали высоту растений: на неудобренном фоне – на 5–6 см, на планируемую урожайность 3 т/га – на 5–6 см, 4 т/га – на 5–6 см, 5 т/га – на 5–7 см. Уменьшение высоты растения в основном обусловлено существенным снижением длины второго междоузлия на 1,2–1,3 см и третьего – на 1,7–1,9 см. При применении регуляторов роста Моддус, Рэгги и Антивылегалч наблюдалось существенное возрастание диаметра стебля второго и третьего междоузлия ячменя на 0,1–0,2 мм при НСР₀₅ гл. эфф. по ф. В – 0,1 мм.

Увеличение урожайности в вариантах с внесением удобрений на планируемую урожайность 4 и 5 т/га происходило за счет возрастания полевой всхожести на 2 %, количества продуктивных растений на 41–46 шт./м², стеблей – на 148–154 шт./м², выживаемости – на 7–8 %, массы зерна – на 0,10–0,12 г, озерненности колоса – 1,3–1,5 шт. относительно формирования их на неудобренном фоне. Опрыскивание регулятором роста Рэгги содействовало развитию большего количества 319 шт./м² продуктивных растений, 538 шт./м² стеблей, 0,76 г продуктивности соцветия и 14,5 шт. количества зерен в колосе. Наибольшая масса 1000 зерен яч-

меня 53,3 г сформировалась при внесении удобрений на планируемый уровень урожайности 4 т/га с опрыскиванием посевов препаратом Рэгги.

Таблица 3 – Урожайность зерна и соломы ячменя в зависимости от применения минеральных удобрений и обработки посевов регуляторами роста, т/га

Минеральные удобрения на планируемую урожайность (А)		Регулятор роста (В)	Урожайность зерна				Урожайность соломы, среднее
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	
Без удобрений (к)		Без обработки (к)	2,14	2,54	2,05	2,24	3,01
		Моддус	2,48	2,77	2,44	2,56	3,16
		Рэгги	2,56	2,83	2,46	2,61	3,32
		Антивылегалч	2,51	2,78	2,39	2,56	3,22
		Среднее (А)	2,42	2,73	2,33	2,49	3,18
3 т/га		Без обработки (к)	3,07	3,71	2,60	3,13	3,90
		Моддус	3,50	4,00	2,98	3,49	3,98
		Рэгги	3,56	4,27	2,95	3,59	4,25
		Антивылегалч	3,49	4,08	2,89	3,49	4,11
		Среднее (А)	3,41	4,02	2,86	3,43	4,06
4 т/га		Без обработки (к)	3,65	4,31	2,94	3,63	4,25
		Моддус	4,10	4,83	3,52	4,15	4,52
		Рэгги	4,20	4,96	3,48	4,21	4,78
		Антивылегалч	4,06	4,76	3,41	4,08	4,50
		Среднее (А)	4,00	4,72	3,34	4,02	4,51
5 т/га		Без обработки (к)	3,66	4,28	3,02	3,65	4,31
		Моддус	4,18	4,79	3,48	4,15	4,63
		Рэгги	4,36	4,92	3,48	4,25	4,71
		Антивылегалч	4,09	4,78	3,37	4,08	4,19
		Среднее (А)	4,07	4,69	3,34	4,03	4,46
Среднее (В)		Без обработки (к)	3,13	3,71	2,65	3,16	3,87
		Моддус	3,57	4,10	3,10	3,59	4,07
		Рэгги	3,67	4,24	3,09	3,67	4,27
		Антивылегалч	3,53	4,10	3,01	3,55	4,01
НСР ₀₅	част. разл.	А	0,18	0,18	0,15	0,17	0,17
		В	0,17	0,21	0,13	0,19	0,19
	гл. эфф.	А	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09
		В	0,07	0,11	0,06	0,09	0,09

Внесение удобрений на получение урожайности от 3 до 5 т/га способствовало формированию листовой поверхности в фазе кущения, превышающий на 2,2–4,8 тыс. м²/га, в фазе выхода в трубку на 4,6–10,1 тыс. м²/га, колошения – на 4,3–8,4 тыс. м²/га и фазе молочного состояния зерна – на 3,1–6,4 тыс. м²/га площадь листьев в контрольном варианте без удобрений. Между вариантами внесения удобрений на планируемый уровень урожайности 4 и 5 т/га существенных различий по ФП не было. Наибольшим значением ФП 1321 тыс. м² × сут. на 1 га характеризовался вариант обработки посевов ячменя регулятором роста Рэгги, который был на 20 и 34 тыс. м² × сут. на 1 га существенно выше аналогичного показателя, чем при использовании Моддус и Антивылегалч (НСР₀₅ гл. эфф. по ф. В – 6 тыс. м² × сут. на 1 га).

Наибольшая натура была у урожая зерна, полученная с вариантов с уровнем минерального питания на получение 4 и 5 т/га продукции (таблица 4). Регуляторы

роста содействовали в получении зерна с существенно большей на 10–11 г/л натурой, чем она была сформирована в контроле, между которыми не было различий (НСР₀₅ гл. эфф. по ф. В – 3 г/л). Применяемый разный агрофон выращивания снижал пленчатость зерна ячменя на 1,4–1,5 %. Наибольшее снижение пленчатости зерна обеспечили варианты с обработкой посевов регуляторами роста Рэгги и Моддус на 0,4 %. Содержание белка увеличивалось при возрастании дозы вносимых удобрений на планируемую урожайность 4 т/га в 2021 г. – на 0,9–1,1 %, в 2022 г. – на 1,1–1,9 %, в 2023 г. – на 0,9–1,4 %. При дальнейшем повышении дозы вносимых удобрений на получение урожайности 5 т/га во все годы исследований концентрация белка была на уровне содержания белка при дозе минеральных удобрений на 4 т/га. Высокое содержание белка 12,6 % было при опрыскивании регулятором роста Рэгги.

Таблица 4 – Качество зерна ячменя в зависимости от применения минеральных удобрений и обработки посевов регуляторами роста, среднее 2021–2023 гг.

Минеральные удобрения на планируемую урожайность (А)		Регулятор роста (В)	Натура, г/л	Пленчатость, %	Содержание белка, %
Без удобрений (к)		Без обработки (к)	617	10,7	11,3
		Моддус	621	10,3	11,5
		Рэгги	623	10,2	11,6
		Антивылегач	621	10,4	11,5
		Среднее (А)	620	10,4	11,5
3 т/га		Без обработки (к)	639	9,8	12,3
		Моддус	652	9,4	12,4
		Рэгги	653	9,4	12,7
		Антивылегач	649	9,5	12,5
		Среднее (А)	648	9,5	12,4
4 т/га		Без обработки (к)	656	8,4	12,8
		Моддус	670	8,1	13,0
		Рэгги	668	8,0	13,1
		Антивылегач	667	7,9	12,8
		Среднее (А)	665	8,1	12,9
5 т/га		Без обработки (к)	654	8,3	12,8
		Моддус	668	8,1	13,2
		Рэгги	665	7,9	13,1
		Антивылегач	667	7,9	12,9
		Среднее (А)	663	8,0	12,9
Среднее (В)		Без обработки (к)	641	9,3	12,3
		Моддус	653	9,0	12,5
		Рэгги	652	8,9	12,6
		Антивылегач	651	8,9	12,4
НСР ₀₅	частных различий	А	7	0,1	0,2
		В	5	0,1	0,2
	главных эффектов	А	3	0,1	0,1
		В	3	0,1	0,1

Концентрация химических элементов существенно повышалась по мере увеличения дозы минеральных удобрений: азота – на 0,17–0,27 % и 0,12–0,24 %, фосфора – на 0,10–0,18 % и 0,15–0,23 %, калия – на 0,09–0,17 % и 0,12–0,21 % соответ-

ственно в зерне и в соломе по сравнению с неудобренным фоном. Опрыскивание регулятором роста Рэгги привело к накоплению большего количества азота (2,21 %), фосфора (1,27) и калия (0,52 %) в зерне. Применение разных доз минеральных удобрений повышало общий хозяйственный вынос азота на 24,8–60,7 кг/га, фосфора – на 24,9–41,8 кг/га и калия – на 23,4–39,6 кг/га и нормативный вынос азота на 2,6–4,7 %, фосфора – на 2,5–4,1 % и калия – на 2,1–3,8 %. Однако между вариантами с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность 4 и 5 т/га существенных различий по общехозяйственному выносу элементов питания не выявлено.

Внесение удобрений в дозе, рассчитанной на планируемую урожайность 3 т/га, увеличивало содержание сырого протеина на 0,8 % относительно варианта без внесения удобрений. Дальнейшее увеличение уровня минерального питания на получение 4 и 5 т/га продукции повышало на 0,6 % анализируемый показатель, между данными вариантами различий не было. Наибольшее содержание 14,1 % протеина имел урожай зерна, полученный с посевов, обработанных препаратом Рэгги. Наибольшее накопление сырой золы (3,0 %) и жира (1,9) было сформировано зерном, где вносилась доза удобрений на получение 5 т/га. Используемые регуляторы на одинаковом уровне повлияли на эти показатели, в среднем увеличив их на 0,1 %. Зерно, полученное с вариантов с дозой минеральных удобрений на получение 3 т/га, снижало содержание сырой клетчатки – на 0,4 %, 4–5 т/га – на 0,6 % относительно неудобренного фона. Питательность 1 кг зерна по концентрации ОЭ (12,1–12,2 МДж/кг), сформированная при внесении удобрений на получение плановой урожайности 3, 4 и 5 т/га, характеризовалась 2 классом качества корма, относительно 3 класса, сформированная на фоне без удобрений (11,9 МДж/кг). Внесение удобрений на получение 3, 4 и 5 т/га урожая повышало содержание кормовых единиц на 0,03–0,05. Наибольшим выходом ОЭ (51,4 ГДж/га и 51,9 ГДж/га) и сбором кормовых единиц (5,42 тыс. к.ед./га и 5,36 тыс. к.ед./га) обладали варианты внесения удобрений на получение 4 т/га и 5 т/га урожая, где на обоих фонах использовали регулятор роста Рэгги.

Применяемые дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность 4 и 5 т/га имели относительно высокое долевое участие в формировании урожайности относительно неудобренного фона. В варианте с высоким уровнем агрофона, рассчитанном на получение урожайности 5 т/га, эффективность удобрений оказалась минимальной с окупаемостью зерна на фоне без использования регуляторов роста – 7,2 кг зерна/кг д.в., Моддус – 8,1 кг зерна/кг д.в., Рэгги – 9,2 кг зерна/кг д.в. и Антивылегач – 7,8 кг зерна/кг д.в. При применении дозы на планируемую урожайность 3 и 4 т/га растения ячменя наиболее эффективно использовали вносимые дозы удобрений. В среднем окупаемость в этих вариантах составила 13,3 кг зерна/кг д.в. и 11,7 кг зерна/кг д.в. соответственно.

5 Реакция ярового ячменя Камашевский на норму высева семян и обработку посевов регуляторами роста

Проведение посева с нормой 4,5 млн и 5,5 млн шт./га всхожих семян сформировало относительно высокую урожайность зерна во все годы исследований: в 2021 г. – 3,68–3,71 т/га, в 2022 г. – 4,11–4,12 т/га, в 2023 г. – 2,79–2,88 т/га, в среднем 2021–2023 гг. – 3,54–3,56 т/га и соломы – 4,35–4,38 т/га, что превышало аналогичный показатель при высеве с количеством 3,5 млн шт./га всх. семян (таблица 5).

В среднем за исследуемые годы наибольшую урожайность 3,50 т/га зерна и 4,35 т/га соломы ячменя сорта Камашевский обеспечил регулятор роста Рэгги, который имел превосходство по данному показателю относительно варианта без обработки и использования регуляторов роста Моддус и Антивывлегач.

Таблица 5 – Урожайность зерна ячменя в зависимости от нормы высева и обработки посевов регуляторами роста, т/га

Норма высева семян, штук всхожих семян на 1 га (А)		Регулятор роста (В)	Урожайность зерна				Урожайность соломы, среднее
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	
3,5 млн.		Без обработки (к)	2,83	2,97	1,93	2,58	3,41
		Моддус	3,09	3,44	2,30	2,94	3,83
		Рэгги	3,20	3,58	2,27	3,02	3,90
		Антивывлегач	2,86	3,39	2,21	2,82	3,61
		Среднее	2,99	3,35	2,18	2,84	3,68
4,5 млн. (к)		Без обработки (к)	3,25	3,78	2,59	3,21	4,11
		Моддус	3,78	4,22	2,98	3,66	4,39
		Рэгги	3,92	4,30	3,05	3,76	4,54
		Антивывлегач	3,76	4,18	2,91	3,61	4,35
		Среднее	3,68	4,12	2,88	3,56	4,35
5,5 млн.		Без обработки (к)	3,32	3,78	2,66	3,25	4,15
		Моддус	3,80	4,25	2,83	3,63	4,51
		Рэгги	3,90	4,35	2,92	3,72	4,61
		Антивывлегач	3,81	4,04	2,77	3,54	4,27
		Среднее	3,71	4,11	2,79	3,54	4,38
Среднее		Без обработки (к)	3,13	3,51	2,39	3,01	3,89
		Моддус	3,55	3,97	2,70	3,41	4,24
		Рэгги	3,67	4,08	2,74	3,50	4,35
		Антивывлегач	3,48	3,87	2,63	3,33	4,08
НСР ₀₅	частных различий	А	0,24	0,21	0,13	0,15	0,22
		В	0,13	0,11	0,09	0,07	0,26
	главных эффектов	А	0,12	0,11	0,06	0,07	0,11
		В	0,08	0,06	0,05	0,04	0,18

При повышении нормы высева семян до 4,5 млн и 5,5 млн относительно 3,5 млн шт./га всхожих семян существенно увеличивалась густота продуктивных растений на 73–158 шт./м² (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 16 шт./м²), стеблей – на 70–94 шт./м² (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 9 шт./м²) и снижалась масса зерна с колоса – на 0,01–0,04 г (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 0,01 г), количество зерен в колосе – на 0,2–0,5 шт. (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 0,1 шт.). Относительно большую продуктивность 0,77 г. и озерненность колоса 14,0 шт. и 14,1 шт. соответственно имели растения, обработанные регуляторами роста Моддус и Рэгги. При высева ячменя с нормой 3,5 млн и 4,5 млн образовались растения, у которых в колосе зерно имело массу 1000 шт. – 54,9 г. Все экспериментируемые регуляторы роста, в изучаемых нормах высева, существенно увеличили массу 1000 зерен.

Во все исследуемые фазы развития ячменя при посеве с нормой высева 3,5 млн шт./га всхожих семян площадь листовой поверхности существенно уступала на 1,2 тыс. м²/га в фазе кущения, на 4,8–5,2 тыс. м²/га – в фазе выхода в трубку, на 2,3–2,7 тыс. м²/га – в фазе колошения и на 0,7–1,1 тыс. м²/га – в фазе молочного состоя-

ния зерна и на 137–151 тыс. м² × сут. на 1 га фотосинтетического потенциала аналогичному показателю, сформированному при посеве с нормами 4,5 и 5,5 млн. Возрастание нормы высева до 5,5 млн штук всх. семян на 1 га относительно 4,5 млн приводило к снижению площади листьев в анализируемые периоды развития и фотосинтетического потенциала. Применение регулятора роста Рэгги способствовало формированию наибольшей площади листьев 31,9 тыс. м²/га в фазе выхода в трубку, 27,9 тыс. м²/га в фазе колошения и 18,3 тыс. м²/га в фазе молочного состояния зерна и ФП 1228 тыс. м² × сут. на 1 га. Чистая продуктивность фотосинтеза возросла при норме высева 5,5 млн шт./га, существенно превысив на 0,22 г/м² в сутки аналогичный показатель при посеве 4,5 млн и на 0,13 г/м² в сутки – при 3,5 млн. Существенно высокой прибавкой ЧПФ 5,64 /м² в сутки выделился вариант опрыскивания препаратом Антивывегач по сравнению с вариантами без опрыскивания.

Загущение посевов ячменя до 5,5 млн приводило к снижению натуре зерна на 19–20 г/л (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 1 г/л) и увеличению пленчатости на 1,5 % (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 0,1 %) относительно норм высева 3,5 млн и 4,5 млн. При опрыскивании посевов регуляторами роста Рэгги и Моддус, в урожае собрали зерно с большей натурой, равной 645 г/л. Высоким содержанием белка в зерне 12,3 % выделился вариант посева ячменя с нормой высева 4,5 млн шт./га всхожих семян, который имел преимущество по данному показателю на 0,1–0,2 % над нормами 3,5 млн и 5,5 млн. Среди регуляторов роста наибольшее накопление белка с превосходством равным 0,1–0,2 % имел регулятор роста Рэгги.

Концентрация азота в зерне была наибольшей 2,15 % при посеве с нормами 4,5 и 5,5 млн шт./га. На содержание фосфора и калия в зерне и соломе изучаемые нормы высева не оказали влияния. Обработка посевов регулятором роста Рэгги способствовала большему накоплению в зерновках азота и фосфора, обеспечив существенное превышение их на 0,02–0,03 % и 0,01–0,05 % соответственно и азота в соломе – на 0,01–0,03 % относительно других вариантов. На накопление калия в зерновках ячменя положительно повлияли препараты Рэгги и Моддус, увеличив его содержание на 0,01–0,04 % (НСР₀₅ гл. эфф. ф. В – 0,01 %), фосфора в соломе – на 0,01–0,04 % (НСР₀₅ гл. эфф. ф. В – 0,01 %) и калия в соломе – 0,01–0,04 % (НСР₀₅ гл. эфф. ф. В – 0,01 %).

При нормах высева семян 4,5 и 5,5 млн. шт./га выносилось из почвы больше азота на 20,1–21,3 кг/га по сравнению с вариантом, где норма высева ячменя была 3,5 млн. шт./га (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 1,3 кг/га), фосфора на 12,5–13,1 кг/га (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 1,2 кг/га) и калия на 11,3–12,2 кг/га (НСР₀₅ гл. эфф. ф. А – 1,5 кг/га). Между количеством высеваемых семян 4,5 и 5,5 млн по общехозяйственному выносу макроэлементов различий не было. Изучаемые нормы высева не повлияли на нормативный вынос основных макроэлементов. Использование регуляторов роста увеличило общий хозяйственный вынос азота из почвы на 9,1–15,3 кг/га, фосфора на 2,6–3,8 кг/га и калия на 2,5–3,6 кг/га и нормативный вынос азота на 0,2–0,6 кг/т, фосфора на 0,7–0,8 кг/т и калия на 0,7–0,8 кг/т урожая по сравнению с контрольным вариантом без обработки.

Относительно большим содержанием сырого протеина 13,5 % и низким сырой клетчатки 7,4 % характеризовался урожай зерна ячменя, полученный с посевов с нормой высева 4,5 млн шт./га всхожих семян и обработанных регулятором роста Рэгги. На концентрацию сырой золы изучаемые нормы высева не оказали влияния. Зерно ячме-

ня, полученное с вариантов, посеянных с нормой высева 5,5 млн шт./га всх. семян имел на 0,1 % меньше сырого жира, в сравнении с вариантами 3,5 млн и 4,5 млн. Регуляторы, применяемые в опыте, повышали содержание сырого жира и золы на 0,1 %.

Относительно высокие значения питательности 1 кг зерна, которые характеризовались 12,1 МДж ОЭ и 1,18 к.ед., имело зерно, полученное с посевов, посеянных с нормой высева 4,5 млн шт./га всхожих семян с опрыскиванием посевов препаратом Рэгги.

6 Производственная проверка, экономическая и энергетическая оценки приемов технологии возделывания ярового ячменя Камашевский

Производственная проверка. В 2022 г. предпосевная обработка семян ярового ячменя фунгицидом Аттик в производственных испытаниях на площади 90 га, проведенные в ИП Глава «КФХ Хохряков Н. В.» Шарканского района УР, обеспечила прирост урожайности зерна на 0,20 т/га (или 6 %) относительно урожайности в варианте без обработки семян. Производственная проверка 2023 г., выполненная на площади 102 га в ООО «Мир» Шарканского района УР, выявила эффективность внесения расчетных доз минеральных удобрений на запланированную урожайность 4 т/га.

Энергетическая оценка. Предпосевная обработка семян жидким комплексным минеральным удобрением Микровит Стандарт и фунгицидом Аттик обусловила наибольший 2,20–2,33 коэффициент энергетической эффективности. Энергетически оправдано дозу минеральных удобрений под ячмень рассчитывать на планируемую урожайность 4 т/га, сеять с нормой высева 4,5 млн штук всхожих семян на 1 га с последующей обработкой посевов регулятором роста Рэгги, что обеспечивает коэффициент энергетической эффективности 2,69–2,93.

Экономическая оценка. Применение для предпосевной обработки семян препаратов Микровит Стандарт и Аттик обусловило получение наибольшего чистого дохода 8184 руб. и 8581 руб. с 1 га и уровня рентабельности 53–54 %. Повышение дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность 3–5 т/га приводило к увеличению экономических затрат на 9360–22570 руб./га и себестоимости зерна на 0,5–2,2 руб./кг зерна. Наибольший чистый доход 12850 руб. и уровень рентабельности 51 % получен при внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность 4 т/га с использованием регулятора роста Рэгги. Посев семян с нормой 4,5 млн штук всхожих семян на 1 га с применением регулятора роста Рэгги обеспечивает рентабельность 40 %.

Заключение

1. Доказана эффективность предпосевной обработки семян фунгицидом Аттик и комплексным минеральным удобрением Микровит Стандарт повышением урожайности зерна на 1,02–1,14 т/га и соломы на 1,52–1,66 т/га относительно контроля за счет существенного увеличения на 5–8 % полевой всхожести семян, на 37–47 шт./м² продуктивных растений, на 80–88 шт./м² продуктивных стеблей, на 4–7 см высоты растений, на 0,14–0,16 г продуктивности соцветия, на 2,2–2,7 шт. озерненности колоса, на 1,0–1,1 см длины колоса и на 4,8–5,0 тыс. м²/га площади листьев в фазе кущения, на 4,5–5,6 тыс. м²/га – в фазе выхода в трубку, на 4,91–5,3

тыс. м²/га – в фазе колошения, на 3,6–3,7 тыс. м²/га – в фазе молочного состояния зерна и на 228–249 тыс. м²×сут. на 1 га фотосинтетического потенциала за вегетацию.

2. Для защиты от корневых гнилей растений ячменя была выявлена высокая биологическая эффективность в фазе кущения и молочного состояния зерна протравителей Террасил Форте (36 % и 38 %) и Аттик (44 % и 40 %) соответственно.

3. Наибольшую массу зерна (642–643 г/л), содержание белка (12,2 %), низкую пленчатость (9,5–9,6 %), высокую кормовую питательность (35,4–36,9 ГДж/га выход ОЭ и 3,45–3,60 тыс. к. ед./га сбор кормовых единиц) имело зерно, полученное с посевов обработанных препаратами Аттик и Микровит Стандарт.

4. Наибольший общий хозяйственный вынос азота (95,1 и 98,8 кг/га), фосфора (26,3 и 27,7 кг/га) и калия (30,6 и 32,9 кг/га) наблюдался в вариантах использования жидкого комплексного удобрения Микровит Стандарт и фунгицида Аттик, нормативный вынос с 1 т урожая основной и побочной продукции азота (29,0–29,9 кг), фосфора (18,8–19,4 кг) и калия (19,0–19,6 кг) – Agree's Форсаж, Микровит Стандарт, Мивал-Агро и Аттик.

5. Эффективно яровой ячмень Камашевский возделывать с внесением минеральных удобрений на запланированную урожайность 4 т/га с последующей обработкой посевов в фазе выхода в трубку регулятором роста Рэгги, что обеспечивает наибольшую урожайность зерна (4,21 т/га) и соломы (4,78 т/га). Данная урожайность сформировалась за счет 81 % полевой всхожести семян, 330 шт./м² количества продуктивных растений, 590 шт./м² продуктивных стеблей, 0,81 г продуктивности соцветия, 15,1 шт. озерненности колоса и высоких значений площади листьев и фотосинтетического потенциала. Применяемые регуляторы роста, снижали высоту растений ячменя на 5–6 см, за счет существенного снижения длины второго междоузлия на 1,2–1,3 см и третьего – на 1,7–1,9 см. В следствии происходило утолщение диаметра стебля ячменя на 0,1–0,2 мм.

6. При применении удобрений на планируемую урожайность 4 т/га и 5 т/га увеличивалась масса зерна на 13–45 г/л, содержание белка на 1,4 % и снижалась пленчатость 2,3 % относительно неудобренного фона. Регуляторы роста Моддус, Рэгги и Антивылегал существенно увеличили массу зерна на 10–11 г/л. На накопление белка (12,6 %) и снижение пленчатости (8,9 %) положительно повлиял препарат Рэгги. По биохимическому анализу зерно отвечало 2 классу качества согласно ГОСТ Р 53900-2010. Наибольшим выходом ОЭ (51,4 ГДж/га и 51,9 ГДж/га) и сбором кормовых единиц (5,74 тыс. к.ед. и 5,66 тыс. к.ед.) обладали варианты с внесением удобрений на получение 4 т/га и 5 т/га урожая, где на обоих фонах использовали регулятор роста Рэгги.

7. Общий хозяйственный вынос азота с повышением расчетных доз минеральных удобрений на планируемую урожайность от 3 до 5 т/га возрос на 34,7–60,6 кг/га, фосфора – на 24,9–41,9 кг/га, калия – на 23,4–39,6 кг/га. Аналогично увеличился нормативный вынос элементов: азота от 27,5 до 32,2 кг, фосфора от 16,8 до 20,9 кг и калия от 17,5 до 21,3 кг. Наибольшее увеличение нормативного выноса элементов питания получено при обработке посевов препаратом Рэгги.

8. Наибольшую урожайность зерна и соломы ячменя сорта Камашевский 3,76 т/га и 4,54 т/га соответственно обеспечил посев с нормой высева 4,5 млн шт./га всхожих семян с использованием регулятора роста Рэгги, которая

сформирована при элементах структуры урожайности (82 % полевой всхожести семян, 307 шт./м² количества продуктивных растений, 505 шт./м² продуктивных стеблей, 0,77 г продуктивности соцветия, 14,1 шт. озерненности колоса и относительно высоких значениях площади листьев в фазе выхода в трубку 34,0 тыс. м²/га, колошения 29 тыс. м²/га, молочного состояния зерна 18,9 тыс. м²/га и фотосинтетического потенциала 1293 тыс. м² × сут. на 1 га.

9. Относительно большая натура (651 г/л), содержание белка в зерне 12,4 % были получены при посеве ячменя с нормой 4,5 млн шт./га всхожих семян и опрыскивании препаратом Рэгги. Данный вариант обеспечивал высокий выход обменной энергии 45,5 ГДж и сбор кормовых единиц 4,43 тыс. с 1 га.

10. Наибольший общий хозяйственный вынос азота 107,2–108,4 кг/га, фосфора 70,5–71,1 кг/га и калия 74,6–75,5 кг/га обеспечивал урожай, полученный с посевов с нормами высева 4,5 и 5,5 млн, между которыми не было существенных различий. Нормативный вынос основных макроэлементов от изучаемых норм высева не зависел. Применение регулятора роста Рэгги в технологии возделывания ячменя давало существенно большее увеличение общехозяйственного и нормативного выноса.

11. Предпосевная обработка семян фунгицидом Аттик и комплексным минеральным удобрением Микровит Стандарт являются эффективными приемами, обеспечивающими уровень рентабельности 53–54 % и коэффициент энергетической эффективности 2,20–2,33. Внесение минеральных удобрений в дозах, рассчитанных на планируемую урожайность 4 т/га и применение регулятора роста Рэгги способствовали формированию высокого коэффициента энергетической эффективности 2,93 и уровня рентабельности 51 %. Энергетически оправдано и экономически выгодно сеять яровой ячмень с нормой 4,5 млн шт./га всхожих семян.

Рекомендации производству

В технологии возделывания ярового ячменя сорта Камашевский на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах в условиях Среднего Предуралья рекомендовать

- проведение предпосевной обработки семян фунгицидом Аттик (1,5 л/т) и комплексным минеральным удобрением Микровит Стандарт (1 л/т);
- внесение расчетных доз минеральных удобрений на уровень запланированной урожайности 4 т/га (N₆₅P₂₀K₄₅) с последующей обработкой посевов в фазе выхода в трубку регулятором роста Рэгги (1 л/га);
- норму высева – 4,5 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Сравнительная эффективность препаратов для предпосевной обработки семян ячменя сорта Камашевский / И. Н. Хохряков, Ч. М. Исламова, Е. В. Корепанова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 6(104). – С. 38-45.

2. Влияние доз минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность, химический состав и вынос элементов питания с урожаем ярового ячменя Камашевский / Ч. М. Исламова, И. Н. Хохряков, И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2. – С. 18-25.

3. Урожайность и качество зерна ячменя Камашевский в зависимости от нормы высева и обработки посевов регуляторами роста / Ч. М. Исламова, И. Н. Хохряков, И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2024. – Т16. – №2. – С. 24–35.

Статьи в журналах, материалах конференций и тематических сборниках

1. Хохряков, И. Н. Химический состав зерна в урожае ячменя Камашевский при предпосевной обработке семян / И. Н. Хохряков, Ч. М. Исламова // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии: Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, профессора Владимира Михайловича Холзакова и 75-летию кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Анатолия Ивановича Венчикова, Ижевск, 17 марта 2022 года. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 269-272.

2. Исламова, Ч. М. Динамика площади листьев растений ячменя ярового в зависимости от норм высева семян и обработки посевов регуляторами роста / Ч. М. Исламова, И. Н. Хохряков // Теория и практика адаптивной селекции растений: Материалы Национальной научно-практической конференции, Ижевск, 20 июля 2023 года. – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2023. – С. 8-12.

3. Исламова, Ч. М. Натура зерна ярового ячменя Камашевский при предпосевной обработке семян / Ч. М. Исламова, И. Н. Хохряков // ВЕКовое растениеводство: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры растениеводства, Пермь, 15 декабря 2023 года. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2023. – С. 108-113.

4. Хохряков, И. Н. Кормовая питательность зерна ярового ячменя Камашевский при предпосевной обработке семян / И. Н. Хохряков // Актуальные проблемы науки и практики в исследованиях молодых ученых : Сборник I международной научно-практической конференции, Новосибирск, 21–22 мая 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 473-476.

5. Хохряков, И. Н. Влияние доз минеральных удобрений и регуляторов роста на качество зерна ярового ячменя / И. Н. Хохряков, Ч. М. Исламова // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея, профессора Б.Х. Фиапшева, Нальчик, 22 марта 2024 года. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, 2024. – С. 146-150.

6. Хохряков, И. Н. Влияние разных норм высева и обработки посевов регуляторами роста на урожайность соломы ярового ячменя / И. Н. Хохряков, Ч. М. Исламова // Константиновские чтения: Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и школьников, Самара, 08 февраля 2024 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2024. – С. 275-279.

Подписано в печать

Формат 60 × 84 ¹/₁₆ Усл. печ. л. 1,2 Уч.-изд. л. 1,1

Тираж 100 экз. Заказ №

ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ

426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 111

Тел.: 59-44-74