

На правах рукописи

Антипова

Антипова Татьяна Александровна

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДПОСЕВНОЙ
ОБРАБОТКИ СЕМЯН И ОПРЫСКИВАНИЯ ПОСЕВОВ
В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**

Специальность

4.1.1 Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ижевск 2022

Диссертационная работа выполнена на кафедре растениеводства, земледелия и селекции Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия» (2018-2022 гг.)

Научный руководитель: **Бабайцева Татьяна Андреевна**
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры растениеводства, земледелия и селекции Удмуртский ГАУ

Официальные оппоненты: **Еряшев Александр Павлович**
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры технологии производства и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва»
Рябцева Наталья Александровна
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

Ведущая организация: Уральский Научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УРО РАН

Защита диссертации состоится «27» декабря 2022 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.043.02 при Удмуртском ГАУ по адресу 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. Тел.: 8 (3412) 58-99-64; E-mail: nir210@mail.ru

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>

Автореферат разослан « » _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук

Татьяна Николаевна Рябова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Яровой ячмень является одной из основных в группе зернофуражных культур, наиболее распространенных в Среднем Предуралье. В получении высоких и стабильных урожаев важная роль принадлежит семеноводству. Основная задача семеноводства ячменя в Среднем Предуралье – увеличение производства семян с высокими посевными качествами. В практике растениеводства известно немало технологических приемов, которые способствуют решению поставленной задачи. В научной литературе встречается многочисленные рекомендации по применению в технологиях возделывания различных культур предпосевной обработки семян растворами микроудобрений, стимуляторов и регуляторов роста, биопрепаратов, а также протравливания семян от различных видов патогенов. Оптимальному развитию растений и формированию высококачественной продукции способствует обеспечение равномерного питания в течение всей вегетации, что достигается некорневыми подкормками и опрыскиваниями посевов в течение вегетации различными препаратами. Эффективность этих приемов зависит, прежде всего, от правильного выбора препарата и сортовых особенностей объекта. Поэтому изучение предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов в течение вегетации современными препаратами на урожайность и качество семян в технологии возделывания ячменя является актуальной темой.

Степень разработанности. Изучению ярового ячменя в условиях Среднего Предуралья посвящены работы многих ученых. Ими разработаны научные основы адаптивной технологии возделывания культуры [Фатыхов И. Ш., 2001]; проведены научные исследования по изучению биологических особенностей [Фатыхов И. Ш., 1986], адаптивных свойств сортов ячменя [Елисеев С. Л., 2018; Курьлева А. Г., 2018], оценки отдельных технологических приемов – предшественника, предпосевной обработки почвы [Мазурова С. В., 2007; Черкашин А. Г., 2018], предпосевной обработки семян [Огнев В. Н., 2002; Коконов С. И., 2003; Мазунина Н. И., 2007, 2008]; норм высева, сроков посева и уборки [Огнев В. Н., 1993; Коконов С. И., 2001; Блохин В. И., 2007 и др.].

На сегодняшний день активно выводятся новые сорта ячменя, производству предлагается множество современных пестицидов и агрохимикатов для предпосевной обработки семян, опрыскивания посевов, которые требуют изучения в конкретных агроэкологических условиях Среднего Предуралья.

Цель и задачи. Цель исследований – усовершенствование технологии возделывания ярового ячменя предпосевной обработкой семян и опрыскиванием посевов современными пестицидами и агрохимикатами. Для осуществления данной цели ставились следующие задачи:

- изучить формирование урожайности зерна ярового ячменя в зависимости от экологических факторов;
- установить влияние предпосевной обработки семян на их прорастание и морфологические особенности проростков, выявить характер связи органов проростков с полевой всхожестью и развитием корневых гнилей в фазе кущения;

- изучить формирование урожайности ячменя при применении предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов, обосновать ее структурой, пораженностью болезнями и фотосинтетической деятельностью посевов;

- установить влияние изучаемых технологических приемов на урожайность, выход семян, посевные качества и морфофизиологические особенности проростков;

- дать производственную оценку и выявить экономическую и энергетическую эффективность изучаемых технологических приемов.

Научная новизна. В условиях Среднего Предуралья изучена реакция ярового ячменя Памяти Чепелева на предпосевную обработку семян и опрыскивание посевов современными препаратами. Проведена морфофизиологическая оценка проростков высеванных семян и семян, полученных в потомстве. Дана оценка развития корневых гнилей и пыльной головни. Изучен характер связи степени развития проростков с полевой всхожестью растений и развитием корневой гнили в фазе кущения. Установлена корреляционная связь урожайности с развитием болезней в разные фазы вегетации и элементами структуры урожайности. Определен характер изменчивости выхода семян, их посевных качеств в зависимости от применяемых технологических приемов.

Теоретическая и практическая значимость. В условиях Среднего Предуралья доказано, что предпосевная обработка семян оказывает существенное влияние на прорастание семян, увеличивая количество и длину первичных корешков. Установлена прямая средняя корреляция количества корешков с полевой всхожестью и обратная тесная с развитием корневой гнили в фазе кущения без применения данного агроприема. Однако в зависимости от использованного препарата для предпосевной обработки семян теснота и направленность этой связи подвержена значительной изменчивости. Урожайность зерна ярового ячменя зависит от влагообеспеченности в период «кущение – выход в трубку», а также в период «колошение – молочное состояние зерна». Установлена специфичность влияния густоты продуктивного стеблестоя и продуктивности колоса на урожайность ячменя в зависимости от условий года.

Сельскохозяйственным предприятиям предложены технологические приемы, которые способствуют защите растений от корневых гнилей в течение вегетации, увеличению урожайности и формированию биологически полноценных семян. Предпосевная обработка семян баковой смесью комплекса микро- и макроэлементов Agree's Форсаж (2 л/т) с химическим фунгицидом Оплот (0,5 л/т) способствовала увеличению урожайности зерна на 10 % и урожайности семян на 13 % по сравнению с вариантом без обработки. Сочетание предпосевной обработки семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот с опрыскиванием по вегетации Agree's Фосфор позволило увеличить урожайность зерна на 12 % и урожайность семян на 17 % относительно контрольного варианта. Производственная проверка подтвердила полученные результаты.

Методология и методы исследований. В работе были использованы эмпирические и теоретические методы исследований. При работе с результатами ранее проведенных научных исследований для выявления проблемы и опреде-

ления научной гипотезы были использованы абстрагирование, идеализация, анализ, индукция, дедукция и другие методы. Эмпирические исследования основывались на полевом опыте, лабораторных исследованиях, анализе, статистических и других методах.

Положения, выносимые на защиту:

- формирование урожайности ярового ячменя в зависимости от экологических условий выращивания;
- влияние предпосевной обработки семян на ранние ростовые процессы; корреляция размеров органов проростков с полевой всхожестью и развитием корневой гнили в фазе кущения;
- формирование урожайности зерна при использовании предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов, обоснование изменениями элементов ее структуры, степенью поражённости болезнями и функционированием фотосинтетического аппарата;
- выход семян, семенная продуктивность и качество семян ярового ячменя в зависимости от изучаемых технологических приемов;
- энергетическая и экономическая эффективность применяемых агроприёмов.

Степень достоверности и апробация результатов. В подготовке научно-исследовательской работы были применены общепринятые методики, ГОСТы, используемые в растениеводстве, экспериментальные данные подвергнуты статистической обработке, выводы сформулированы на основе проверки достоверности, что позволяет считать результаты достоверными, а выводы и рекомендации производству – обоснованными.

Материалы работы доложены на Международной научно-практической конференции, посвященной 134-летию со дня рождения Н. И. Вавилова (Саратов, 2021), Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России (Ижевск, 2021), Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии (Ижевск, 2020), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 125-летию Т. С. Мальцева (Курган, 2020), Национальной научно-практической конференции молодых ученых (Ижевск, 2020); были представлены на II и III этапах Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства РФ (2020 г. и 2021 г.) По материалам научных исследований опубликовано 9 статей в том числе 2 – в журналах, включенных в текущий перечень изданий ВАК. Результаты исследований апробированы и внедрены в производство в ООО «Восход» Базезинского района Удмуртской Республики.

Структура диссертации. Диссертационная работа включает в себя введение, пять глав, заключение и рекомендации производству. Работа изложена на 135 страницах, содержит 42 таблицы, 7 рисунков и 18 приложений. Список

использованных источников состоит из 185 наименований, в том числе 5 – иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

(обзор литературы)

Выполнен аналитический обзор научных исследований о значении ярового ячменя в сельском хозяйстве, о влиянии посевных качеств на урожайность семян. Рассмотрен вопрос о влиянии предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов на урожайность зерна и семян сельскохозяйственных культур, а также их посевные качества.

2 ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ

ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования были проведены в 2019-2021 гг. на опытном поле УНПК «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО Ижевской ГСХА. Лабораторные исследования, обработка результатов осуществлялись на кафедре растениеводства, земледелия и селекции.

Объектом исследований был яровой ячмень Памяти Чепелева. Полевой однофакторный опыт закладывали по следующей схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Обработка семян		Опрыскивание посевов	
	препарат	доза на 1 т	препарат	доза на 1 га
1	Без обработки (контроль)	-	-	-
2	Agree's Форсаж, 2 л/т	2 л	-	-
3	Оплот, ВСК (90+45 г/л)	0,5 л	-	-
4	Agree's Форсаж + Оплот, ВСК (90+45 г/л)	2 л + 0,5 л	-	-
5	Agree's Форсаж, 2 л/т	2 л	Agree's Фосфор	4 л
6	Agree's Форсаж + Оплот, ВСК (90+45 г/л)	2 л + 0,5 л	Agree's Фосфор	4 л
7	Мелафен, ВР (0,001 г/л)	10 мл	-	-
8	Мелафен, ВР (0,001 г/л)	10 мл	Мелафен, ВР (0,001 г/л)	100 мл
9	Микровит Стандарт	0,5 л	-	-
10	Микровит Стандарт	0,5 л	Микровит Стандарт	0,5 л
11	Микровит Стандарт + Оплот, ВСК (90+45 г/л)	0,5 л + 0,5 л	-	-
12	Микровит Стандарт + Оплот, ВСК (90+45 г/л)	0,5 л + 0,5 л	Микровит Стандарт	0,5 л
13	Гумат +7	1 л	-	-
14	Гумат +7	1 л	Гумат +7	1 л
15	Псевдобактерин-2, Ж	1 л	-	-
16	Псевдобактерин-2, Ж	1 л	Псевдобактерин-2, Ж	1 л
17	Флавобактерин	1 л	-	-
18	Флавобактерин	1 л	Флавобактерин	1 л

Повторность в опыте четырехкратная. Общая площадь делянки – 33 м², учетная – 25 м². Объем рабочего раствора для предпосевной обработки семян 10 л/т, для опрыскивания – 300 л/га. Предпосевную обработку семян проводили в день посева, опрыскивание – в фазе кущения (в соответствии с рекомендациями к использованию препарата).

Закладка опытов, учеты и наблюдения проведены по общепринятым методикам [Доспехов Б. А., 1985; Методика государственного..., 1985; 1989]. Анализ агрохимических свойств почвы опытных участков: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-91]; обменная кислотность (рН_{KCl}) – потенциометрическим методом [ГОСТ 26213-91]; гидролитическая кислотность (Нг) по методу Каппена в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26212-91]; определение суммы обменных оснований – по методу Каппена-Гильковица [ГОСТ 27821-88]; содержание фосфора и калия – по Кирсанову в модификации ЦИНАО [ГОСТ Р 54650-2011]. Посевные качества исходного материала и полученных в урожае семян определяли по следующим методикам: энергия прорастания и лабораторная всхожесть – ГОСТ 12038-84; масса 1000 семян – ГОСТ 12042-80; сила роста и морфофизиологические показатели проростков – по методике, разработанной Государственной семенной инспекцией [Методика определения..., 1983]. Расчет коэффициента симметрии проростков семян (К) осуществляли по формуле, предложенной учеными Омского ГАУ [Способ определения..., 2016]. Корневые гнили учитывали дважды: в фазах выхода в трубку и молочного состояния зерна. Урожайность определяли сплошным методом с последующим пересчетом на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность, структуру урожайности – по пробным снопам, отобраным перед уборкой с фиксированных площадок [Методика..., 1989], показатели фотосинтетической деятельности растений – по методике, изложенной А. А. Ничипорович (1961).

Среднесуточная температура, количество осадков по межфазным периодам вегетации определены с помощью расчета продолжительности дней и данных о погоде ближайшей метеостанции (г. Ижевск). Гидротермический коэффициент был определен по формуле Селянинова [Гидротермический коэффициент..., 2022]. В работе были использованы данные урожайности ячменя государственных сортоучастков Удмуртской Республики за 2014-2017 гг. [Результаты..., 2017, 2018]. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания рассчитаны на основании технологических карт.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием метода дисперсионного, корреляционного и вариационного анализов по алгоритмам, изложенным Б. А. Доспеховым [Доспехов Б. А., 1985].

Начало вегетационного периода в 2019 г. было влажным и теплым. После посева образовалась почвенная корка, которая обеспечила недружное появление всходов. Во второй половине вегетации выпало осадков 200 % от средне-многолетнего значения при прохладной погоде. В начале вегетационного периода 2020 г. сложились благоприятные условия для посева ячменя, однако в июне осадки составили лишь 46 % от нормы, что характеризует июнь как засушливым. Растения ячменя были угнетены, что привело к слабому кущению.

В июле количество осадков выпало почти в 1,5 раза больше по сравнению с нормой. Созревание ячменя сильно растянулось. В 2021 г. во все фазы вегетации наблюдались острозасушливые условия при повышенной температуре воздуха, что отрицательно сказалось на развитии ярового ячменя и в последствие на формирование низкой урожайности.

Почва опытного участка за годы исследований характеризовалась низким содержанием гумуса (1,50–1,91 %), обеспеченностью подвижным фосфором (P_2O_5) от среднего до высокого (94–210 мг/кг почвы), обменным калием (K_2O) – от средней до повышенной (109–278 мг/кг почвы). Почва была сильно кислой, pH_{KCl} 4,34–4,50.

Предшественник – озимая тритикале. Обработка почвы включала в себя: осенью – дискование БДТ-7, весной – боронование БЗТС-1, культивацию с боронованием КПС-4 + БЗСС-1, внесение сложных минеральных удобрений ($N_{16}P_{16}K_{16}$), а также предпосевную культивацию КМН-4. Посев произведён в первой декаде мая на глубину 3–4 см с нормой высева всхожих семян 5 млн шт./га. При появлении сорняков проводили обработку посевов гербицидом Гербитокс, ВРК (500 г/л) с нормой расхода препарата 1 л/га. Уход за посевами проводился в соответствии со схемой опыта. Уборка однофазная в фазе полной спелости комбайном Terrior SR-2010.

3 АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Влияние экологических условий на формирование урожайности. При выборе сорта как объекта будущих исследований нами был проведен сравнительный анализ урожайности сортов ярового ячменя по данным государственных сортоучастков Удмуртской Республики за 2014-2017 гг. Государственные сортоучастки расположены в разных экологических условиях региона: в северном агроклиматическом районе с преобладанием дерново-сильно- и среднесуглинистых почв, в южном – на дерново-слабо- и средне подзолистых легкосуглинистых и серых лесных оподзоленных тяжелосуглинистых почвах. Анализ урожайности сортов ячменя показал, что сорт Памяти Чепелева является наиболее адаптированным к агроэкологическим условиям региона. Сорт обеспечил наибольшую урожайность (3,13–5,61 т/га), прибавка относительно других сортов на всех сортоучастках составила 2–34 %. Высокая адаптированность данного сорта к условиям Удмуртии подтверждается и его распространением по территории республики, где он занимает 15 % от площади посева ячменя в целом.

В среднем за три года исследований (2019-2021 гг.) метеорологические условия в период развития ячменя распределялись следующим образом. Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период ячменя составила в среднем 16,9 °С, а количество выпавших осадков за этот период – 182 мм. В целом вегетационный период в эти годы был достаточно влажным, но распределение влаги по фазам вегетации было очень неравномерным. Период от посева до колошения был недостаточно увлажненным (ГТК = 0,5–0,9). Вторая половина вегетации была достаточно влажной (ГТК = 1,2–2,1). Корреляционный анализ

показал, что на урожайность ячменя существенное влияние оказали метеорологические условия в период «кущение – выход в трубку ($r = 0,66$). В период «колошение–молочное состояние зерна» при ГТК от 0,6 до 1,5 урожайность зависела от влагообеспеченности на 86 %, о чем свидетельствует коэффициент корреляции $r = 0,93$.

Влияние предпосевной обработки семян на их прорастание. Предпосевная обработка семян оказала положительное действие на формирование энергии прорастания, увеличив показатель на 7–13 % ($НСР_{05} = 4$ %) относительно контрольного варианта, за исключением обработки семян фунгицидом Оплот. При применении данного фунгицида отмечено снижение энергии прорастания на 6 %. Предпосевная обработка семян не оказала существенного влияния на лабораторную всхожесть. При морфофизиологическом анализе проростков выявлено, что все препараты и баковые смеси способствовали существенному увеличению количества первичных корешков на 0,1–0,3 шт. ($НСР_{05} = 0,1$ шт.). При предпосевной обработке семян фунгицидом Оплот и баковой смесью Микровит Стандарт + Оплот общая длина всех корешков была выше контроля на 7,2 см (или на 10,6 %), в варианте с применением баковой смеси Agree's Форсаж + Оплот – на 7,7 см (или на 11,2 %).

Корреляционный анализ не позволил сделать однозначные выводы о наличии связи между морфологическими признаками проростков и полевой всхожестью. Поэтому мы считаем, что параметры проростков при использовании предпосевной обработки семян не могут быть однозначно использованы для прогнозирования полевой всхожести. В то же время, установлено, что предпосевная обработка семян комплексным удобрением Agree's Форсаж, обеспечив увеличение длины ростка и количество корешков, способствовала усилению защитных функций растений от корневых гнилей уже с ювенильного возраста, о чем свидетельствует обратная сильная корреляционная связь между этими показателями ($r = -0,79$ и $r = -0,85$) соответственно. Предпосевная обработка фунгицидом Оплот и баковой смесью его с комплексным удобрением Agree's Форсаж, увеличив количество корешков проростков, несколько ослабила корреляционную связь с поражением корневыми гнилями до обратной средней $r = -0,49$ и $r = -0,52$ соответственно. Вероятно, это связано с системным действием препарата и механизмом защитного действия растений.

Урожайность и ее структура в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов. Неблагоприятные метеорологические условия, сложившиеся в период исследований, оказали влияние на урожайность зерна ярового ячменя, которая составила 1,54–1,85 т/га (таблица 2).

Существенное повышение урожайности до 1,85 т/га зерна обеспечил комплекс агроприемов, включающий предпосевную обработку семян баковой смесью комплексного удобрения Agree's Форсаж с химическим фунгицидом Оплот и опрыскивание посевов комплексным удобрением Agree's Фосфор. Аналогичное влияние на урожайность оказало и применение предпосевной обработки семян химическим фунгицидом Оплот в чистом виде (1,82 т/га) и в баковой смеси с комплексным микроудобрением Agree's Форсаж (1,80 т/га).

Корреляционный анализ урожайности с элементами её структуры показал среднюю прямую связь: с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,40$), массой зерна с колоса ($r = 0,35$) и количеством зерен в колосе ($r = 0,46$). Урожайность ячменя зависела от данных показателей структуры на 12–21%.

Таблица 2 – Урожайность зерна ярового ячменя и основные элементы ее структуры в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов (средняя за 2019-2021 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Продуктивные, шт./м ²		Зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
		растения	стебли		
Без обработки (к)	1,65	308	394	13,8	0,48
Agree's Форсаж (обработка семян)	1,67	316	377	14,3	0,53
Оплот (обработка семян)	1,82	317	401	15,0	0,55
Agree's Форсаж + Оплот (обработка семян)	1,80	324	402	14,6	0,56
Agree's Форсаж (обработка семян) + Agree's Фосфор (опрыскивание)	1,62	333	394	14,3	0,58
Agree's Форсаж + Оплот (обработка семян) + Agree's Фосфор (опрыскивание)	1,85	343	430	14,2	0,52
Мелафен (обработка семян)	1,65	325	388	13,7	0,51
Мелафен (обработка семян + опрыскивание)	1,46	329	418	13,8	0,50
Микровит Стандарт (обработка семян)	1,56	326	397	13,5	0,50
Микровит Стандарт (обработка семян + опрыскивание)	1,61	335	387	14,3	0,53
Микровит Стандарт + Оплот (обработка семян)	1,59	315	388	14,2	0,53
Микровит Стандарт + Оплот (обработка семян) + Микровит Стандарт (опрыскивание)	1,66	340	401	14,5	0,51
Гумат +7 (обработка семян)	1,60	329	380	13,4	0,52
Гумат +7 (обработка семян + опрыскивание)	1,71	353	405	14,1	0,53
Псевдобактерин-2, Ж (обработка семян)	1,56	331	406	13,4	0,51
Псевдобактерин-2, Ж (обработка семян + опрыскивание)	1,67	333	407	14,1	0,52
Флавобактерин (обработка семян)	1,55	326	376	13,5	0,48
Флавобактерин (обработка семян + опрыскивание)	1,54	317	370	13,2	0,45
НСР ₀₅	0,11	22	28	0,8	0,04

Анализ структуры урожайности выявил в ряде вариантов опыта относительно показателя контрольного варианта существенное увеличение количества

продуктивных растений: при предпосевной обработке семян Agree's Форсаж с последующим опрыскиванием Agree's Фосфор (на 25 шт./м²), предпосевной обработке семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот с последующим опрыскиванием Agree's Фосфор (на 35 шт./м²), двойном использовании Микровит Стандарт (на 27 шт./м²), обработке семян баковой смесью Микровит Стандарт + Оплот с последующим опрыскиванием Микровит Стандарт (на 32 шт./м²), двойном применении Гумат +7 (на 45 шт./м²), однократном и двукратном использовании биофунгицида Псевдобактерин-2, Ж (на 23 шт./м² и 25 шт./м² соответственно) при НСР₀₅ = 22 шт./м². Однако при слабом кущении растений существенное увеличение количества продуктивных стеблей на 36 шт./м² относительно показателя контрольного варианта было выявлено лишь при предпосевной обработке семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот с последующим опрыскиванием Agree's Фосфор.

Обработка семян фунгицидом Оплот и баковой смесью этого препарата с Agree's Форсаж способствовала увеличению озерненности колоса соответственно на 1,2 и 0,8 шт. (НСР₀₅ = 0,8 шт.) относительно контрольного варианта. Существенной прибавке массы зерна с колоса на 0,04–0,10 г при НСР₀₅ = 0,04 г способствовало большинство изучаемых вариантов опыта.

Масса 1000 зерен в опыте была сформирована в пределах 35,1–40,6 г. Существенному увеличению показателя на 1,8–5,7 г (НСР₀₅ = 1,8 г) по сравнению с показателем в контрольном варианте способствовало большинство изучаемых вариантов, за исключением двукратного использования регулятора роста Мелафен, предпосевной обработки семян Микровит Стандарт + Оплот с последующим опрыскиванием Микровит Стандарт и двукратного применения биофунгицида Псевдобактерин-2, Ж. В данных вариантах показатель был на уровне показателя контрольного варианта.

Развитие болезней. Предпосевная обработка семян всеми изучаемыми препаратами обеспечивала снижение развития корневых гнилей относительно показателя контрольного варианта в течение всей вегетации за все годы исследований. Наиболее сильное защитное действие оказал химический фунгицид Оплот в чистом виде или в баковых смесях с другими препаратами. Установлена обратная средняя корреляционная связь урожайности зерна с поражением ячменя корневыми гнилями в фазе кущения $r = -0,26 \dots -0,45$ и в фазе полной спелости $r = -0,34 \dots -0,48$.

Фотосинтетическая деятельность посевов. Установлено, что вне зависимости от применяемых препаратов площадь листьев достигала своего максимума в фазе выхода в трубку и составила 16,4–21,6 тыс. м²/га. Наибольшая площадь листьев к концу вегетации – 8,9 тыс. м²/га была в вариантах с применением предпосевной обработки семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот и удобрением Микровит Стандарт. Предпосевная обработка семян фунгицидом Оплот, баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот, сочетание данного приёма с опрыскиванием Agree's Фосфор способствовали формированию наибольшего фотосинтетического потенциала растений ячменя, который отме-

чен на уровне 788–829 тыс. м² × сут./га и чистой продуктивности фотосинтеза 1,9 г/м² сутки.

4 СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН

Выход и урожайность семян. В среднем за 2019-2021 гг. предпосевная обработка семян и опрыскивание посевов способствовали формированию выхода семян в пределах 88–92 % и не оказали существенного влияния на варьирование показателя. Семенная продуктивность ячменя в среднем была сформирована на уровне 1,41–1,66 т/га (рисунок 1).

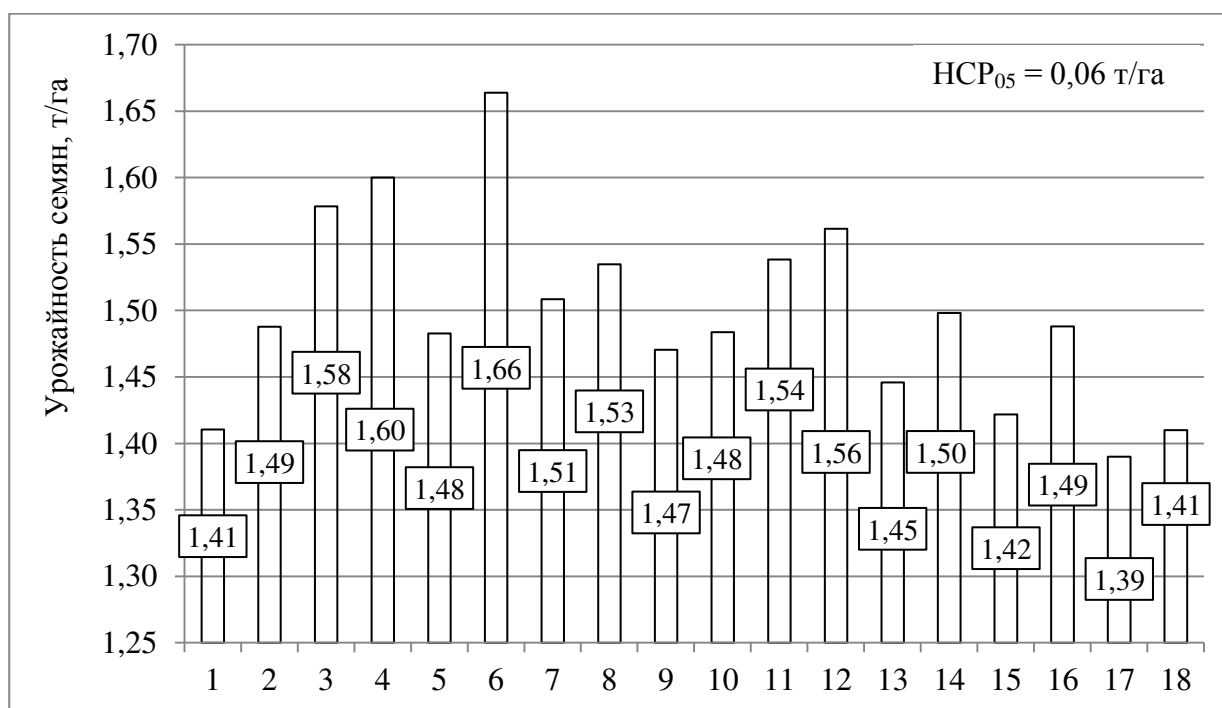


Рисунок 1 – Урожайность семян ярового ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов, т/га (средняя за 2019-2021 гг.)

1 – без обработки (к), 2 – Agree's Форсаж (обработка семян), 3 – Оплот (обработка семян), 4 – Agree's Форсаж + Оплот (обработка семян), 5 – Agree's Форсаж (обработка семян) + Agree's Фосфор (опрыскивание), 6 – Agree's Форсаж + Оплот (обработка семян) + Agree's Фосфор (опрыскивание), 7 – Мелафен (обработка семян), 8 – Мелафен (обработка семян + опрыскивание), 9 – Микровит Стандарт (обработка семян), 10 – Микровит Стандарт (обработка семян + опрыскивание), 11 – Микровит Стандарт + Оплот (обработка семян), 12 – Микровит Стандарт + Оплот (обработка семян) + Микровит Стандарт (опрыскивание), 13 – Гумат +7 (обработка семян), 14 – Гумат +7 (обработка семян + опрыскивание), 15 – Псевдобактерин-2, Ж (обработка семян), 16 – Псевдобактерин-2, Ж (обработка семян + опрыскивание), 17 – Флавобактерин (обработка семян), 18 – Флавобактерин (обработка семян + опрыскивание).

Применение в технологии выращивания ячменя предпосевной обработки семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот с последующим опрыскиванием посевов Agree's Фосфор обеспечило получение наибольшей урожайности семян

1,66 т/га, что выше аналогичного показателя в других вариантах опыта на 0,06–0,19 т/га ($НСР_{05} = 0,06$ т/га), или на 4–18 %.

Дисперсионный анализ показал, что наибольшее влияние на изменчивость урожайности семян оказал фактор «вариант опыта» – 33 %.

Посевные качества семян. Погодные условия, складывавшиеся в вегетационных периодах 2019-2021 гг., оказали неблагоприятное влияние на формирование посевных качеств семян. Было установлено, что доля влияния условий на энергию прорастания составила 69 %, на лабораторную всхожесть – 45 %, когда как вариантов опыта – соответственно 9 и 13 %. Тем не менее, изучаемые технологические приемы оказали положительное действие на данные показатели качества.

В среднем по опыту за годы исследований энергия прорастания семян установилась в пределах 53–63 %. Существенное увеличение показателя относительно контрольного варианта на 4–10 % ($НСР_{05} = 4$ %) отмечено при применении: предпосевной обработки семян комплексом микро- и макроэлементов Agree's Форсаж, фунгицидом Оплот, баковой смесью данных препаратов, комплекса приемов, включающих обработку семян Agree's Форсаж с последующим опрыскиванием Agree's Фосфор, обработку семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот с последующим опрыскиванием Agree's Фосфор, а также при однократном и двукратным применением регулятора роста Мелафен, двукратном применении Микровит Стандарт, предпосевной обработки семян баковой смесью Микровит Стандарт + Оплот.

Лабораторная всхожесть варьировала в пределах 80–88 %. Существенному увеличению лабораторной всхожести относительно показателя контрольного варианта (80 %) на 4–8 % ($НСР_{05} = 4$ %) способствовало большинство вариантов опыта, за исключением предпосевной обработки семян препаратом Оплот, а также однократного и двукратного применения биофунгицидов Псевдобактерин-2, Ж и Флавобактерин.

Выращенные семена характеризовались во все годы высокой силой роста (99–100 %). Это свидетельствует о том, что семена при прорастании формировали сильные проростки независимо от экологических и агротехнических условий их формирования. Изучаемые агроприемы не оказали существенного влияния на изменчивость данного показателя.

Наибольшей массой 1000 семян в среднем за три года исследований обладали семена, сформировавшиеся в вариантах Agree's Форсаж + Agree's Фосфор (37,6 г) и Agree's Форсаж + Оплот + Agree's Фосфор (37,8 г).

Для оценки биологической ценности выращенных семян был проведен морфофизиологический анализ проростков. Установлено, что при предпосевной обработке семян Agree's Форсаж, баковой смесью Микровит Стандарт + Оплот, при сочетании данного агроприема с опрыскиванием Микровит Стандарт, однократном и двукратном применении препаратов Гумат +7 и Флавобактерин, однократном применении препарата Псевдобактерин-2, Ж ростки выращенных семян были длиннее, чем в контрольном варианте, на 0,5–0,9 см ($НСР_{05} = 0,5$ см). В вариантах с предпосевной обработкой семян препаратами Микро-

вит Стандарт и Флавобактерин отмечено увеличение длины первичных корешков на 0,7 и 0,9 см ($НСР_{05} = 0,7$ см) соответственно по отношению к показателю без обработки. Предпосевная обработка семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот способствовала увеличению среднего количества первичных корешков на 0,1 шт. ($НСР_{05} = 0,1$ шт.).

На основании длины ростка, количества и длины корешков рассчитывался коэффициент симметрии. По утверждению разработчиков данной методики (Омский ГАУ), при снижении коэффициента симметрии повышаются урожайные свойства семян. В среднем по годам исследований в зависимости от применения технологических приемов коэффициент симметрии проростков составил 12,1–13,6. Меньшим коэффициентом симметрии, а, следовательно, более высокими урожайными свойствами, обладали проростки, полученные в вариантах предпосевной обработки семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот ($K = 12,3$) и двукратном использовании биофунгицида Псевдобактерин-2, Ж ($K = 12,1$).

5 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ

Производственная оценка. Производственная проверка результатов исследований была проведена в 2020 г. при производстве оригинальных семян (суперэлита) в ООО «Восход» Балезинского района Удмуртской Республики на общей площади 10 га. Полученные результаты производственной проверки подтвердили установленную специфичность формирования урожайности ячменя. Предпосевная обработка семян баковой смесью комплекса микроэлементов Agree's Форсаж с химическим фунгицидом Оплот обеспечила увеличение урожайности зерна до 1,87 т/га (что выше, чем в контрольном варианте на 38 %). При этом отмечено увеличение количества продуктивных стеблей до 456 шт./м² (или на 20 %) и массы зерна с колоса до 0,41 г (или на 17 %).

Экономическая оценка. Экономическая и энергетическая эффективности применения изучаемых вариантов были рассчитаны на основании технологических карт. Низкая урожайность, полученная в опытах, стала причиной снижения рентабельности во всех вариантах опыта по сравнению с контрольным вариантом (таблица 3). Связано это с увеличением суммы производственных затрат, необходимых для получения продукции, и меньшей степенью их окупаемости стоимостью полученной продукции. Тем не менее, производство семян ячменя во всех вариантах опыта было рентабельным.

Энергетическая оценка. Коэффициент энергетической эффективности используемых технологических приемов составил больше единицы, поэтому приемы можно считать энергетически эффективными. Исключением стало однократное и двукратное использование препарата Гумат +7. Увеличение коэффициента энергетической эффективности при использовании предпосевной обработки семян препаратом Оплот, при однократном и двукратном применении препаратов Мелафен, Псевдобактерин-2, Ж и Флавобактерин обуславливается

уменьшением затрат энергии для получения 1 кг продукции в связи с меньшей нормой расхода препаратов.

Таблица 3 – Экономическая и энергетическая эффективность возделывания ярового ячменя при применении предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов (средняя за 2019-2021 гг.)

Вариант*	Урожайность семян, т/га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость продукции, руб./т	Коэффициент энергетической эффективности
1	1,41	54,5	12942	1,24
2	1,49	22,1	16382	1,20
3	1,58	26,6	15794	1,25
4	1,60	27,2	15718	1,17
5	1,48	16,4	17177	1,07
6	1,66	25,6	15926	1,15
7	1,51	25,1	15989	1,33
8	1,53	20,1	16654	1,33
9	1,47	22,4	16342	1,20
10	1,48	20,0	16666	1,12
11	1,54	21,3	16491	1,15
12	1,56	23,9	16147	1,08
13	1,45	20,8	16561	0,76
14	1,50	22,8	16282	0,55
15	1,42	18,7	16844	1,26
16	1,49	22,2	16366	1,30
17	1,47	23,1	16248	1,30
18	1,48	31,6	15199	3,22

* – 1 – без обработки (к), 2 – Agree's Форсаж (обработка семян), 3 – Оплот (обработка семян), 4 – Agree's Форсаж + Оплот (обработка семян), 5 – Agree's Форсаж (обработка семян) + Agree's Фосфор (опрыскивание), 6 – Agree's Форсаж + Оплот (обработка семян) + Agree's Фосфор (опрыскивание), 7 – Мелафен (обработка семян), 8 – Мелафен (обработка семян + опрыскивание), 9 – Микровит Стандарт (обработка семян), 10 – Микровит Стандарт (обработка семян + опрыскивание), 11 – Микровит Стандарт + Оплот (обработка семян), 12 – Микровит Стандарт + Оплот (обработка семян) + Микровит Стандарт (опрыскивание), 13 – Гумат +7 (обработка семян), 14 – Гумат +7 (обработка семян + опрыскивание), 15 – Псевдобактерин-2, Ж (обработка семян), 16 – Псевдобактерин-2, Ж (обработка семян + опрыскивание), 17 – Флавобактерин (обработка семян), 18 – Флавобактерин (обработка семян + опрыскивание).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследований, проведенных в 2019-2021 гг. на сильнокислой почве при неблагоприятных метеорологических условиях, по изучению влияния предпосевной обработки и опрыскивания посевов современными препаратами на урожайность и качество ячменя Памяти Чепелева можно сделать следующее заключение.

1. Сорт Памяти Чепелева является наиболее адаптированным к различным почвенно-климатическим условиям региона, что подтверждается высокой урожайностью на государственных сортоиспытательных участках Удмурт-

ской Республики. Средняя урожайность зерна за годы испытания в северной части республики составила 3,31 т/га, в южной – 5,61 т/га.

2. Существенное влияние на урожайность ячменя в годы исследований (2019-2021 гг.) оказали засушливые условия в период «кущение – выход в трубку», когда шло формирование густоты продуктивного стеблестоя (ГТК варьировал в разные годы от 0,3 до 0,6), а также в 2021 г. – в период «колошение – молочного состояния зерна», когда шел его налив (ГТК составил 0,6).

3. Предпосевная обработка семян ячменя способствовала увеличению энергии прорастания семян на 7–13 % ($НСР_{05} = 4$ %) относительно показателя контрольного варианта, за исключением обработки семян фунгицидом Оплот, при применении которого отмечено снижение энергии прорастания на 6 %. Данный прием способствовал увеличению первичной корневой системы, но наиболее высокие показатели проростков (общая длина корешков была выше, чем в контрольном варианте на 7,2–7,7 см, или на 8,1–8,6 %) были при предпосевной обработке семян фунгицидом Оплот, баковыми смесями данного фунгицида с комплексными удобрениями Agree's Форсаж и Микровит Стандарт.

4. Предпосевная обработка семян комплексным удобрением Agree's Форсаж обеспечила существенное увеличение длины ростка и количества корешков проростков. Установлена обратная сильная корреляционная связь этих показателей с пораженностью корневыми гнилями: длины ростка – $r = -0,79$; количества корешков – $r = -0,85$. Предпосевная обработка фунгицидом Оплот и баковой смесью его с комплексным удобрением Agree's Форсаж, увеличив количество корешков проростков, несколько ослабила корреляционную связь с поражением корневыми гнилями до обратной средней ($r = -0,49$ и $r = -0,52$ соответственно). Вероятно, это связано с системным действием препарата.

5. Формированию наибольшей урожайности зерна (1,85 т/га) способствовал комплекс приемов, включающий предпосевную обработку семян Agree's Форсаж + Оплот и опрыскивание Agree's Фосфор. В данном варианте урожайность была обусловлена увеличением количества продуктивных растений до 343 шт./м² и продуктивных стеблей до 430 шт./м² в сочетании с увеличением массы зерна с колоса до 0,52 г. Также существенное увеличение урожайности зерна обеспечили предпосевная обработка семян фунгицидом Оплот до 1,80 т/га (за счет количества зерен в колосе 15,0 шт. и массы зерна с колоса 0,55 г) и баковая смесь фунгицида с комплексом микро- и макроэлементов Agree's Форсаж до 1,82 т/га (за счет увеличения количества зерен в колосе до 14,6 шт. и массы зерна с колоса 0,56 г).

6. Предпосевная обработка семян всеми изучаемыми препаратами обеспечивала снижение развития корневых гнилей относительно показателя контрольного варианта в течение всей вегетации. Наиболее сильное защитное действие оказал химический фунгицид Оплот в чистом виде или в баковых смесях с другими препаратами. В среднем по опыту установлена обратная слабая и средняя корреляционная связь урожайности зерна ячменя с поражением

корневыми гнилями: в фазе кущения $r = -0,22 \dots -0,45$, в фазе полной спелости – $r = -0,26 \dots -0,48$.

7. Предпосевная обработка семян химическим фунгицидом Оплот, баковой смесью данного фунгицида с комплексным удобрением Agree's Форсаж, а также сочетание предпосевной обработки семян указанной баковой смесью с последующим опрыскиванием посевов Agree's Фосфор обеспечили лучшую работу фотосинтетического аппарата. В указанных вариантах формировалась наибольшая площадь листьев во все фазы вегетации, достигнув максимума в фазе выхода в трубку (20,4–21,6 тыс. м²/га), наиболее высокий фотосинтетический потенциал (829–836 тыс. м² × сут./га) и чистая продуктивность фотосинтеза (1,9 г/м² в сутки).

8. Изучаемые технологические приемы не оказали существенного влияния на выход семян. Однако при выходе кондиционных семян 90 % формированию наибольшей семенной продуктивности (1,66 т/га) способствовала предпосевная обработка семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот с последующим опрыскиванием Agree's Фосфор, прибавка урожайности к уровню контроля составила 0,25 т/га при НСР₀₅ = 0,06 т/га. Наряду с данным приемом существенное увеличение урожайности семян на 0,17 т/га и 0,19 т/га относительно контрольного варианта обеспечили предпосевная обработка семян фунгицидом Оплот и баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот соответственно. Выход семян в данных приемах составил 89 %.

9. Применение в технологии возделывания ярового ячменя предпосевной обработки семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот способствует формированию семян с более высокой энергией прорастания (63 %) и лабораторной всхожестью (87 %), а также с наилучшими развитыми органами проростков и низким коэффициентом симметрии ($K = 12,3$). Сочетание предпосевной обработки семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот с последующим опрыскиванием посевов Agree's Фосфор позволило увеличить энергию прорастания до 61 %, лабораторную всхожесть до 88 %, массу 1000 семян до 37,8 г.

10. Производственная проверка подтвердила, что применение варианта предпосевной обработки семян смесью препаратов Agree's Форсаж + Оплот в технологии возделывания ярового ячменя имеет высокую эффективность, увеличивая урожайность зерна на 39 %.

11. Для получения семян ярового ячменя с высокими посевными качествами экономически более выгодно применять предпосевную обработку семян фунгицидом Оплот, баковой смесью данного препарата с комплексом Agree's Форсаж, а также сочетание предпосевной обработки указанной баковой смесью с последующим опрыскиванием Agree's Фосфор. Однако, при возделывании семян ярового ячменя с применением данных приемов требуется больше производственных и энергетических затрат.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности зерна и получения семян с высокими посевными качествами на сильноокислых дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья сельскохозяйственным предприятиям рекомендуется усовершенствовать технологию возделывания ярового ячменя Памяти Чепелева, применяя один из вариантов:

- предпосевная обработка семян баковой смесью комплекса микро- и макроэлементов Agree's Форсаж (2 л/т) с химическим фунгицидом Оплот (0,5 л/т). Данный прием способствует увеличению урожайности зерна на 10 %, семян – на 13 % по сравнению с вариантом без обработки, получению семян с высокими посевными качествами;

- сочетание предпосевной обработки семян баковой смесью Agree's Форсаж + Оплот с опрыскиванием в фазе кущения комплексным удобрением Agree's Фосфор (2 л/га), что позволяет увеличить урожайность зерна на 12 %, семян – на 17 % относительно контрольного варианта, способствует получению семян с высокими посевными качествами.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Антипова Т. А. Влияние предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов на формирование урожайности ярового ячменя / Т. А. Антипова, Т. А. Бабайцева // Пермский аграрный вестник. – 2022. – № 2 (38). – С. 49–56.
2. Бабайцева Т. А. Урожайность и посевные качества семян ярового ячменя под влиянием предпосевной обработки и опрыскивания посевов / Т. А. Бабайцева, Т. А. Антипова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (96). – С. 36–42.

Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах конференций

3. Дмитриева Ю. Р. Влияние агроэкологических условий на морфологические показатели проростков ячменя / Ю. Р. Дмитриева, Т. А. Антипова, Н. И. Мазунина // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых. В 3 томах. - Ижевск, 2020. – С. 75-80.
4. Антипова Т. А. Предпосевная обработка семян и опрыскивание посевов как факторы снижения поражения ячменя корневыми гнилями / Т. А. Антипова, Т. А. Бабайцева // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых. В 3 томах. - Ижевск, 2020. – С. 13-19.
5. Антипова Т. А. Формирование урожайности ячменя ярового в зависимости от предпосевной обработки семян и некорневой подкормки / Т. А.

Антипова, Т. А. Бабайцева // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы XII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 125-летию Т. С. Мальцева. Под общей редакцией И. Н. Миколайчика. - Курган, 2020. – С. 84-88.

6. **Антипова Т. А.** Урожайность ячменя и ее структура при предпосевной обработке семян и опрыскивании посевов современными препаратами / Т. А. Антипова // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. – Ижевск, 2020. – С. 27-33.

7. **Антипова Т. А.** Урожайность и посевные качества семян ячменя ярового в зависимости от технологических приемов / Т. А. Антипова, Т. А. Бабайцева // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России. – Ижевск, 2021. – С. 3-10.

8. **Антипова Т. А.** Агроэкологическая оценка сортов ярового ячменя / Т. А. Антипова, Т. А. Бабайцева // Современные достижения селекции растений - производству: материалы Национальной научно-практической конференции. – Ижевск, 2021. – С. 331-337.

9. Бабайцева Т. А. Сравнительная оценка технологических приемов возделывания ячменя на семенные цели / Т. А. Бабайцева, **Т. А. Антипова**, С. А. Тарасов // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции. – Ижевск, 2022. – С. 6-13.

Подписано к печати « » _____ 2022 г.
Формат 60 x 84/16. Усл. печ. л. - Уч.-изд. -
Тираж 100 экз. Заказ

Удмуртский ГАУ
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11