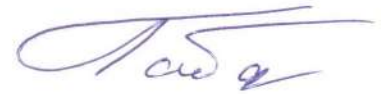


На правах рукописи



ГАБДРАХИМОВ ОЛЕГ БОРИСОВИЧ

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ ПО ЧИСТОМУ ПАРУ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ
ХИМИЗАЦИИ В ЛЕСОСТЕПИ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ**

Специальность 4.1.1 – Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Улан-Удэ 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского на кафедре земледелия и растениеводства.

Научный руководитель: **Солодун Владимир Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского»

Официальные оппоненты: **Байкалова Лариса Петровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет».

Пахотина Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией качества зерна Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский аграрный научный центр».

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».

Защита диссертации состоится «27» июня 2023 года в 14.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.042.01 при ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова» по адресу 670024, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д.8, тел.+7(3012)-44-22-61, e-mail: diss_sovet@bgsha.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Бурятской ГСХА имени В.Р. Филиппова на сайте <http://www.bgsha.ru>.

Автореферат разослан «21» апреля 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент



Соболев Виктор
Александрович

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Яровая пшеница, доля которой в структуре посевных площадей зерновых культур в Иркутской области составляет 59 %, является основной зерновой продовольственной и фуражной культурой в Восточной Сибири.

Основным предшественником для посева яровой пшеницы в регионе является чистый пар, удельный вес которого в структуре использования пашни в крупных коллективных хозяйствах занимает около 25 %, а в крестьянско-фермерских хозяйствах – до 30 % и более. Несмотря на это, средняя урожайность яровой пшеницы по Иркутской области не превышает 20 ц/га. В связи с этим возникает острая проблема повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы по чистому пару. Основными направлениями решения этой проблемы могут быть подбор наиболее урожайных сортов и средств химизации для возделывания по пару.

В настоящее время в Иркутской области выращиваются 14 сортов яровой пшеницы разных групп спелости и целевого назначения. Однако, комплексных научных исследований по выбору наиболее урожайных сортов и эффективных средств химизации для возделывания по чистому пару в регионе не проводилось.

Степень разработанности темы исследований. Работы В.Е. Писарева (1941), А.Н. Угарова (1962), А.И. Кузнецовой (1964), Н.Г. Крестьяниновой (1970), В.Т. Мальцева (2001), В.И. Солодуна (2014), Н.Н. Дмитриева (2019) и др. по применению средств химизации под яровую пшеницу в Иркутской области посвящены изучению доз минеральных удобрений в разных севооборотах по приёмам обработки почвы, срокам внесения удобрений, применению пестицидов. Однако эти исследования проводились в разные годы, с неодинаковыми сортами и по разным предшественникам. Исследований по выявлению наиболее эффективных районированных сортов яровой пшеницы для их возделывания по чистому пару в регионе не проводилось.

Цель исследований – выявить влияние средств химизации на урожайность и качество зерна районированных сортов яровой пшеницы при возделывании по чистому пару в лесостепи Предбайкалья.

Задачи исследований:

- выявить сорта яровой пшеницы, обеспечивающие максимальную урожайность и качество зерна при возделывании по чистому пару;
- установить влияние минеральных удобрений, гербицидов и их сочетания на урожайность и качество зерна районированных сортов яровой пшеницы;
- дать экономико-энергетическую оценку возделывания сортов яровой пшеницы при применении разных средств химизации.

Объект исследования – районированные сорта яровой пшеницы.

Предмет исследования – сравнительная оценка влияния уровней химизации на урожайность и качества зерна яровой пшеницы.

Научная новизна. Впервые в условиях лесостепной зоны Предбайкалья изучены особенности формирования урожайности и качества зерна районированных сортов яровой пшеницы на высоком паровом агрофоне с отдельным и комплексным применением средств химизации.

Установлено, что применение минеральных удобрений в дозах на планируемый урожай, а также сочетание минеральных удобрений с гербицидами по-разному влияет на урожайность изучаемых сортов и качество зерна по отдельным показателям.

Впервые выявлены сорта яровой пшеницы раннеспелой группы *Ирень* и *Новосибирская 15* с высоким потенциалом урожайности, которые целесообразно возделывать на высоком уровне химизации ($N_{60}P_{60}K_{60}$ и в сочетании их с гербицидами) по чистому пару.

Реализация результатов исследования. Результаты исследований внедрены в производственные процессы сельскохозяйственных предприятий ООО МИП «Новоямское» и ФГБУ «Буретское», а также нашли отражение в учебном процессе по направлению «Агрономия» в ФГБОУ ВО «ИрГАУ им. А.А. Ежевского».

Диссертация выполнена в соответствии паспорта специальности 4.1.1 – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки).

Методология и методы исследования. Научная методология проведения эксперимента основана на системном подходе к изучаемой проблеме. Выполнение поставленных в исследованиях задач достигалось использованием эмпирических (наблюдение, описание, измерение и др.) и аналитических (статистико-математическая обработка данных) методов. Полевые и лабораторные опыты проводились по общепринятым методикам.

Степень достоверности. Степень достоверности результатов подтверждается 4-х летними полевыми исследованиями по общепринятым современным методикам с достаточной выборкой проанализированных данных, полученных в различные по погодным условиям годы, их статистической обработкой, апробацией результатов на научных конференциях, публикациями в научных журналах, рекомендованных ВАК. Сформулированные в диссертации научные положения, заключение и рекомендации обоснованы полученными экспериментальными данными в процессе исследования.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Средства химизации под яровую пшеницу оказывают разное влияние на урожайность и качество зерна районированных сортов.
2. Эффективность средств химизации в посевах яровой пшеницы определяется сортом и сочетанием минеральных удобрений с гербицидами.
3. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы зависит от применяемого средства химизации и сорта.

Апробация работы. Результаты исследований обсуждались на международных научно-практических конференциях: «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии» (г. Иркутск, 24-25 мая 2017 г.); «Новые сорта и инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – основа повышения эффективности сельскохозяйственного производства» (п. Молодёжный, п. Пивовариха, 18-19 июля 2019 г.); “AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk

Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations” (г. Красноярск, 18-20 июня 2020 г.) на платформе Scopus; «Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом», посвящённая 85-летию со дня рождения профессора, д-ра с.-х. наук Хуснидинова Ш. К. (п. Молодёжный, 11 ноября 2021 г.).

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 6 печатных работах, в числе которых 2 – в реферируемых ВАК РФ изданиях и 1 работа в наукометрической базе SciVerse Scopus.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа представляет собой рукопись объёмом 161 страница, состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений производству и 17 приложений, содержит 17 таблиц и 14 рисунков. Список использованной литературы включает 242 наименования, из которых 10 иностранных источников.

Вклад автора. Диссертационная работа выполнена на основе личных экспериментальных материалов, полученных в результате полевых исследований 2016-2019 гг. на опытном поле Иркутского НИИСХ в лесостепной зоне Предбайкалья. Автор принимал участие в разработке программы исследований, определял предпосевную всхожесть семян, осуществлял их протравливание, производил отбор и анализ почвенных проб и растительных образцов, проводил статистико-математическую обработку и интерпретацию экспериментальных данных, обосновывал и обобщал результаты научного исследования, подготавливал к публикации основные положения диссертации.

Благодарность. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю профессору, доктору сельскохозяйственных наук Владимиру Ивановичу Солодуну за проявленное внимание и опытное наставничество на всех этапах работы, а также сотрудникам агрономического факультета Иркутского ГАУ Бояркину Е.В., Зайцеву А.М., Кузнецовой Е.Н. и научным сотрудникам лаборатории агрохимии и защиты растений Иркутского НИИСХ Дьяченко Е.Н., Разиной А.А. и Дятловой О.Г.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, проведён анализ научных публикаций, определены объект, предмет, цели и задачи работы, выбраны теоретические и методологические основы исследования, раскрыта научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы положения, выносимые на защиту.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СИБИРИ

В главе проведён литературный обзор по степени исследованности влияния минеральных удобрений и гербицидов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. В результате анализа изученных источников отечественных и зарубежных авторов выявлена необходимость придать технологиям возделывания яровой пшеницы более интенсивный и ресурсосберегающий характер с посевом по паровому предшественнику и комплексным использованием средств химизации (минеральных удобрений и гербицидов). Производство зерна продовольственного качества возможно только при учёте генетического потенциала отдельного сорта.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые наблюдения проводились в 2016-2019 гг. на опытном поле ФГБНУ «Иркутский НИИСХ» с. Пивовариха на серой лесной тяжелосуглинистой почве с агрохимическими показателями пахотного слоя 0-20 см: содержание гумуса 4,4-4,8 %, общего азота 0,18-0,20 %, нитратного азота $N-NO_3$ – 5,4-7,2 мг/кг почвы, P_2O_5 – 9,4-10,6 и K_2O – 7,8-8,6 мг/100 г почвы, сумма поглощённых оснований 7,6-8,0 мг-экв. на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора кислая, рН солевой вытяжки – 4,5-4,9, гидролитическая кислотность 10,3-11,2 мг-экв./100 г, степень насыщенности основаниями 68,4-72,1 %.

Исследования экспериментального материала выполнялись в лаборатории агрохимического анализа института и лаборатории качества зерна ФГБОУ ВПО «Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского».

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения полевых исследований были нестабильны по температурному режиму и влагообеспеченности и различались по значениям данных показателей от среднемноголетних. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период с мая по август в годы проведения эксперимента варьировался от 0,26 (сильная засуха) до 4,91 (избыточная влажность). Более благоприятные климатические условия для роста и развития растений яровой пшеницы в 2019 г. по количеству осадков на фоне высоких температур позволили сформировать высококачественное зерно и хорошую урожайность.

Опыт закладывали по чистому пару. Основные агротехнологические операции весенней подготовки почвы, посева и обработки посевов были общепринятыми для лесостепной зоны возделывания данной культуры. На паровом поле в третьей декаде мая проводилась обработка почвы дискатором, в течение лета – три послойные культивации, в конце августа – плоскорезное рыхление на глубину пахотного слоя почвы. Ранней весной проводилось боронование в два следа и одна предпосевная обработка.

Схема двухфакторного стационарного полевого опыта включала 6 сортов яровой пшеницы и 4 уровня химизации:

Сорт (фактор А)	Уровень химизации (минеральные удобрения и гербициды) – фактор В			
Тулунская 11	контроль (без удобрений и гербицидов)	гербициды	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды
Ирень				
Бурятская остистая				
Памяти Юдина				
Юната				
Новосибирская 15				

Первый фактор – районированные сорта яровой пшеницы. Вторым фактором – средства химизации, представленные уровнями минерального питания ($N_{60}P_{60}K_{60}$) в форме диаммофоски с аммиачной селитрой и баковой смесью противодвудольного гербицида Супер стар, ВГД (0,025 кг/га) с комплексным гербицидом Пума Плюс, КЭ (1,5 л/га).

Экспериментальный участок состоял из 24-х учётных делянок с тремя повторностями, расположенных систематическим способом в один ярус. Урожайность приводилась к 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте. В статистико-математической обработке экспериментальных данных были задействованы методика Б.А. Доспехова, пакет StatSoft® STATISTICA 6.0 и прикладная программа Snedekor.

В ходе роста и развития растений пшеницы проводили фенологические наблюдения от посева до уборки урожая, вели учёт густоты всходов, полевой всхожести и выживаемости растений, засорённости посевов, проводили сноповый анализ для определения биологической урожайности и элементов структуры урожая согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

ГЛАВА 3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Особенности роста и развития сортов. Продолжительность вегетационного периода изученных сортов по годам и в среднем за 4 года исследований показана в таблице 1.

Таблица 1. Продолжительность вегетационного периода сортов яровой пшеницы, дней

Сорт	Год испытания				Среднее за 2016-2019 гг.
	2016	2017	2018	2019	
Тулунская 11	88	88	80	75	83
Ирень	86	87	71	73	79
Бурятская остистая	100	92	92	94	95
Памяти Юдина	89	89	82	76	84
Юната	89	87	84	80	85
Новосибирская 15	88	88	70	73	80

Выявленные расхождения значений периодов вегетации по сортам и годам исследования находились в прямой зависимости от показателей ГТК во время прохождения растениями основных фаз развития: чем выше гидротермический коэффициент и, соответственно, влагообеспечение, тем более удлиняется вегетационный период. Наиболее выражена данная зависимость у сортов *Бурятская остистая* и *Новосибирская 15*.

Засорённость посевов возделываемой по чистому пару яровой пшеницы на опытном участке была близка к экономическому порогу вредоносности. Различия между сортами были несущественными как по численности сорняков, так и по их доле в общей массе агрофитоценоза.

Состав сорных растений был представлен как однолетними, так и многолетними двудольными видами. Двудольные сорняки включали: ширицу запрокинутую, пикульник красивый, редьку дикую, сурепку обыкновенную, марь белую, аистник цикutowый, торицу обыкновенную, пикульник двунадрезанный, звездчатку среднюю, в том числе многолетние: осот полевой, бодяк обыкновенный, хвощ полевой. Среди однолетних мятликовых встречались щетинник сизый, просо сорное, мышей зелёный и овсюг.

Урожайность сортов в контрольном варианте (без средств химизации) за период исследований представлена в таблице 2.

Таблица 2. Урожайность зерна районированных сортов яровой пшеницы без средств химизации, т/га

Сорт	Год исследований				Средняя по сортам
	2016	2017	2018	2019	
Тулунская 11	1,56	1,95	1,78	1,90	1,80
Ирень	1,57	1,41	1,27	1,91	1,54
Бурятская остистая	2,38	2,57	2,65	2,90	2,63
Памяти Юдина	1,84	1,28	1,21	2,24	1,64
Юната	1,41	0,92	0,89	1,71	1,23
Новосибирская 15	2,11	1,12	1,11	1,71	1,51

В результате проведённого дисперсионного анализа установлено, что оба фактора (сорта и годы исследований) оказали статистически значимое ($p < 0,005$) влияние на урожайность сортов пшеницы (табл. 3).

Таблица 3. Дисперсионный анализ урожайности зерна сортов яровой пшеницы в зависимости от годов исследований

Источник вариации	Степени	SS	MS	P-значение	Влияние, %
Сорта	5	4,576	0,915	6,16156	66
Годы	3	1,272	0,424	0,007436	18
Ошибка	15	1,086	0,072		
Всего	23	6,9344			

Кроме того, выявилось в значительной степени преобладающее влияние сортового фактора (66 %) над годами исследований (18 %).

При рассмотрении урожайности по годам исследований прослеживается определённая закономерность её изменчивости в зависимости от гидротермических условий вегетационных периодов возделывания и отзывчивости генетического потенциала, заложенного в растениях изучаемых сортов яровой пшеницы разных групп спелости, на эти условия.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ГЕРБИЦИДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Урожайность сортов по уровням химизации. Анализ урожайности исследованных сортов яровой пшеницы разных групп спелости по годам исследований выявил наивысшую прибавку урожайности 176,1 % к контролю у среднераннего сорта твёрдой пшеницы *Юната* при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ без применения гербицидов в 2017 году, влагообеспечение периода выращивания которого составляло 21 % от нормы, а среднесуточные температуры воздуха превышали на 3,5 °C среднеголетние значения. Кроме того, в этом же году, в среднем по всем изученным сортам, данный вариант опыта отмечен наивысшим приростом урожайности 54,5 %, в

отличие от 2016 года – 16,0 %, 2018 – 26,2 % и 2019 – 24,3 %. Последний, в свою очередь, оказался самым продуктивным по валовому сбору зерна по всем сортам и вариантам опытов из четырёх лет исследований со средним показателем 2,35 т/га, в сравнении с 2016 годом – средняя урожайность 1,96; 2017 – 1,94 и 2018 – 1,77 т/га. Однако именно в засушливых и жарких погодных условиях периода выращивания 2017 года была получена суммарная прибавка по всем сортам от применения гербицидов и удобрений. Причём, сорта *Юната* и *Новосибирская 15* дали заметный прирост урожайности (60,9 и 58,9 %, соответственно) даже в варианте с одними гербицидами, где остальные сорта сыграли на понижение (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации за 2016-2019 годы, т/га

Сорт (фактор А)	Уровень химизации (фактор В)	Год исследований				Сред- нее	Прибавка к контролю	
		2016	2017	2018	2019		т/га	%
Тулунская 11	Контроль	1,56	1,95	1,78	1,90	1,80	-	-
	Гербициды	1,45	1,59	1,50	1,77	1,58	-0,22	-12,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,98	2,15	1,11	2,41	1,91	0,12	6,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,13	2,67	2,44	2,59	2,46	0,66	36,7
Ирень	Контроль	1,57	1,41	1,27	1,91	1,54	-	-
	Гербициды	1,44	1,39	1,25	1,75	1,46	-0,08	-5,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,90	2,03	1,45	2,31	1,92	0,38	24,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,31	1,94	1,75	2,81	2,20	0,66	42,8
Бурятская остистая	Контроль	2,38	2,57	2,65	2,90	2,63	-	-
	Гербициды	2,33	2,59	2,67	2,83	2,61	-0,03	-1,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,70	3,12	2,94	3,28	3,01	0,39	14,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,86	3,15	3,25	3,48	3,19	0,56	21,3
Памяти Юдина	Контроль	1,84	1,28	1,21	2,24	1,64	-	-
	Гербициды	1,65	1,27	1,20	2,01	1,53	-0,11	-6,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,96	2,11	1,57	2,38	2,01	0,36	24,4
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,10	1,03	1,01	2,55	1,67	0,12	8,1
Юната	Контроль	1,41	0,92	0,89	1,71	1,23	-	-
	Гербициды	1,53	1,48	1,43	1,86	1,58	0,34	27,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,93	2,54	2,22	2,35	2,26	1,03	83,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,08	2,13	2,06	2,53	2,20	0,97	78,9
Новоси- бирская 15	Контроль	2,11	1,12	1,11	1,71	1,51	-	-
	Гербициды	1,32	1,78	1,76	1,61	1,62	0,11	7,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,15	2,33	1,97	2,62	2,27	0,76	50,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,43	1,93	1,91	2,96	2,31	0,80	52,6

Среди изученных сортов наихудшую стрессоустойчивость к гербицидам в годы с засушливым вегетационным периодом проявил сорт *Тулунская 11* – падение урожайности на 12,2 % по сравнению с контролем. Наиболее резистентным к воздействию гербицидов оказался сорт *Юната* с прибавкой урожая 27,8 % к контрольному варианту. Максимальная прибавка зерна у этого же сорта достигнута внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ и совместным их применением с гербицидами (83,5 и 78,9 %, соответственно, к контрольному варианту).

Дисперсионный анализ по влиянию факторов сортов яровой пшеницы и применяемых средств химизации показал, что факторы сорт и химизация оказали статистическое значимое ($p < 0,005$) влияние на урожайность, а взаимодействие этих факторов не статистически значимо ($p > 0,005$). Выявлено двукратное преобладание воздействия сортового фактора (43,2 %) над использованием в опыте удобрений и гербицидов – 22,6 % (табл. 5). Если на долю удобрений и их совместного применения с гербицидами приходилось 34,1 и 40,1 % прибавки урожайности, соответственно, то обработка посевов одними гербицидами повысила этот показатель, в среднем по всем сортам, лишь на 1,7 %.

Таблица 5. Дисперсионный анализ зависимости урожайности яровой пшеницы от сортов и уровней химизации (удобрений и гербицидов)

Источник вариации	Степени	SS	MS	F	P-значение	Влияние, %
Сорта	5	14,504	2,901	22,308	1,9486	43,2
Уровни химизации	3	7,5936	2,531	19,466	2,41006	22,6
Взаимодействие	15	2,1059	0,14	1,0797	0,39006095	
Ошибка	72	9,3624	0,13			
Всего	95	33,5656				

По всем четырём вариантам опыта, в среднем по шести сортам, самым продуктивным оказался вегетационный период 2019 года с наилучшим средним по всем сортам показателем урожайности 2,82 т/га в варианте с комплексным применением удобрений и гербицидов. Однако, в 2016 и 2019

годах обнаружено падение урожайности по отношению к контрольному варианту, в среднем по всем сортам, на 4,4 и 10,5 %, соответственно, в варианте с одними гербицидами. 2017 и 2018 годы отмечены приростом валового сбора зерна на 9,1 и 9,7 %, а также максимальной прибавкой урожайности от совместного использования удобрений и гербицидов (39,0 и 38,9 %, соответственно). 2019 год здесь немного уступает со значением 36,9 % прироста. Внесение $N_{60}P_{60}K_{60}$ без удобрений способствовало приросту урожайности 54,5 % по всем сортам в 2017 году, что стало наивысшим значением по данному показателю.

Структура урожая. Дефицит влаги во время прохождения растениями фаз всходы - кущение вегетационных периодов 2016-2018 гг. полевых исследований выразился в пожелтении края листьев и дальнейшей угнетённости роста стебля в высоту, что негативно сказалось на формировании колоса и по его длине, и по числу колосков в нём (табл. 6). Анализ элементов структуры урожая сортов яровой пшеницы в контрольном варианте опыта выявил максимальные значения полевой всхожести и продуктивной кустистости у сорта *Памяти Юдина* (69,3 % и 1,05 шт.), выживаемости растений – *Юната* (98,8 %), высоты растений (73,8 см), длины колоса (7,1 см) и количества колосков (12,1 шт.) и числа зёрен в нём (23,0 шт.) – *Бурятская остистая*. У этого же сорта, а также у *Юнаты*, отмечены самые большие показатели массы 1000 зёрен – 36,8 и 36,9 г, соответственно.

Сорт *Бурятская остистая* на фоне комплексной химизации превзошёл остальные сорта по таким элементам структуры урожая как высота растений, длина колоса, количество колосков и число зёрен в колосе. По длине колоса (7,1 см) с ним мог сравниться только сорт *Ирень*. По полевой всхожести равных не оказалось сорту *Памяти Юдина* (75,4 %) в удобренном варианте без гербицидов, также как и продуктивной кустистости (1,14 шт.) при совместном применении $N_{60}P_{60}K_{60}$ и гербицидов. По выживаемости

(гербициды без удобрений) и массе 1000 зёрен (41,6 г) при комплексной химизации лучшим был сорт *Юната*.

По отдельным элементам структуры урожая установлено, что агрофон $N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды увеличивает массу 1000 зёрен у всех сортов (прибавка от 9,2 у сорта *Тулунская 11* до 11,7 % у *Памяти Юдина*).

Таблица 6. Элементы структуры урожая сортов яровой пшеницы по уровням химизации (среднее за 2016-2019 гг.)

Сорт	Уровень химизации	Полевая всхожесть, %	Выживаемость, %	Продуктивная кустистость, шт.	Высота растения, см	Длина колоса, см	Количество колосков в колосе, шт.	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г.
Тулунская 11 (контроль)	Без средств химизации	64,6	86,3	0,97	72,6	6,2	11,6	22,7	33,7
	Гербициды	64,6	83,9	0,96	66,8	5,8	10,5	19,6	35,1
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	63,2	77,8	1,01	74,0	6,7	12,6	24,0	35,9
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды	63,2	86,7	1,02	72,2	6,5	12,1	24,2	36,8
Ирень	Без средств химизации	62,8	90,9	0,96	71,9	7,0	11,4	20,3	34,1
	Гербициды	62,8	81,6	0,93	56,0	6,4	10,6	18,7	37,2
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	67,6	92,6	0,55	67,8	6,5	11,6	19,7	37,4
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды	67,6	78,4	1,06	69,0	7,1	12,9	24,9	38,0
Бурятская остистая	Без средств химизации	67,3	86,8	0,99	73,8	7,1	12,1	23,0	36,4
	Гербициды	67,3	74,6	0,93	66,3	6,4	11,3	21,1	37,6
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	67,5	71,0	0,98	72,8	6,6	12,7	21,0	37,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды	67,5	73,8	1,00	74,2	7,1	13,0	26,4	40,4
Памяти Юдина	Без средств химизации	69,3	84,8	1,05	64,2	6,0	11,1	19,1	32,5
	Гербициды	69,3	78,5	1,00	61,3	5,6	10,7	17,1	34,5
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	75,4	85,0	0,99	65,5	5,9	11,3	17,8	34,0
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды	75,4	74,5	1,14	65,1	6,1	11,4	20,0	36,3
Юната	Без средств химизации	58,6	98,8	1,02	65,2	5,7	10,8	18,4	37,4
	Гербициды	58,6	104,8	1,01	64,7	5,5	10,8	18,3	39,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	61,2	78,7	1,00	67,7	5,8	11,5	22,9	40,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды	61,2	78,4	0,99	67,9	5,6	11,2	19,6	41,6
Новосибирская 15	Без средств химизации	57,1	75,7	1,01	66,2	5,5	10,6	19,8	34,8
	Гербициды	57,1	77,5	0,99	66,9	5,3	11,0	19,6	35,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	60,0	66,7	1,00	70,2	6,7	12,1	19,5	38,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды	60,0	93,4	1,08	71,8	6,6	11,3	21,7	38,2

Качество зерна. Согласно ГОСТ 9353-2016, к стандарту 1 класса качества зерна (продовольственная пшеница) при возделывании без средств химизации можно отнести изученные сорта:

- по массовой доле белка: все (*Бурятская остистая* – недобор до стандарта 0,3 %);
- по содержанию клейковины: все сорта;
- по качеству клейковины: *Тулунская 11* (хорошая), остальные – удовлетворительно слабые;
- по стекловидности: ни один из представленных сортов (максимальный процент по данному показателю – у сорта *Юната*);
- по натурной массе зерна: все, кроме *Юнаты*;
- по массе 1000 зёрен: все, кроме *Юнаты*.

Таким образом, при нулевом уровне химизации при возделывании по чистому пару все изучаемые сорта имеют недостаточное качество и значение стекловидности зерна.

При использовании средств химизации все изучаемые сорта по показателям содержания протеина, большая часть – по количеству клейковины и почти все – по натурной массе зерна соответствовали критериям продовольственного зерна (табл. 7). Кроме того, базисную массу 1000 зёрен 30 г выдержали все представленные сорта с диапазоном от 32,5 (*Памяти Юдина*, контроль) до 41,6 г (*Юната*, N₆₀P₆₀K₆₀ + гербициды). Значения стекловидности зерна не дотягивают даже до стандарта мягкой пшеницы и достигли в опыте максимальной величины 47,4 % у сорта *Юната* на гербицидном фоне без удобрений. В этом же варианте сорт *Тулунская 11* показал минимальное значение стекловидности – 32,6 %. Наибольшую белковость зерна 16,0-18,6 % на разных уровнях химизации показали сорта *Новосибирская 15* и *Ирень*. У этих же сортов выявлены лучшие показатели по количеству клейковины – от 31,1 % без химизации до 39,5 % при использовании удобрений и гербицидов. Сорт *Бурятская остистая*, являясь самым продуктивным по валовому сбору зерна в засушливые годы полевых исследований, заметно уступал по содержанию белка и клейковины другим сортам, особенно в контрольном варианте (14,2 и 26,2 %, соответственно). По показателю натурности зерна со значением 778-783 г/л он превзошёл остальные

сорта по всем фонам химизации. Применение двух средств химизации – гербициды и удобрения с гербицидами – негативно сказалось на натуре зерна сорта Юната (741 и 747 г/л, соответственно). У остальных исследованных сортов данный показатель наблюдался выше стандарта.

Таблица 7. Качество зерна районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации (среднее за 2016-2019 гг.)

Уровень химизации	Сорт	Показатель качества зерна					
		содержание белка, %	количество клейковины, %	упругость клейковины, ед. шк. ИДК	стекло-видность, %	натура зерна, г/л	масса 1000 зёрен, г
I. Контроль (без удобрений и гербицидов)	Тулунская 11	15,3	28,5	75,8	33,5	769,6	33,7
	Ирень	16,0	31,1	79,7	37,4	778,0	34,1
	Бурятская остистая	14,2	26,2	93,6	35,7	770,6	36,4
	Памяти Юдина	15,8	31,4	83,0	37,0	758,5	32,5
	Юната	14,6	26,4	93,9	45,4	756,1	37,4
	Новосибирская 15	16,4	33,6	83,7	35,8	751,1	34,8
II. Гербициды	Тулунская 11	16,2	30,6	75,7	32,6	769,4	35,1
	Ирень	16,7	33,2	80,3	37,1	778,7	37,2
	Бурятская остистая	15,5	29,8	92,0	36,4	780,9	37,6
	Памяти Юдина	16,4	33,0	78,3	37,8	763,4	34,5
	Юната	15,5	28,4	95,8	47,4	747,4	39,3
	Новосибирская 15	17,0	35,2	87,2	35,2	749,7	35,3
III. Удобрения	Тулунская 11	15,9	35,9	78,9	33,6	780,5	35,9
	Ирень	16,8	36,4	79,1	37,8	782,3	37,4
	Бурятская остистая	15,0	32,2	88,3	36,7	783,3	37,6
	Памяти Юдина	16,6	37,6	83,5	38,4	765,0	34,0
	Юната	15,2	30,3	82,0	47,2	752,5	40,3
	Новосибирская 15	17,2	38,8	72,8	36,1	752,9	38,7
IV. Удобрения + гербициды	Тулунская 11	17,8	36,7	89,1	33,5	777,8	36,8
	Ирень	18,6	39,5	80,1	38,1	771,0	38,0
	Бурятская остистая	16,1	32,4	98,0	36,6	778,1	40,4
	Памяти Юдина	17,9	37,9	85,2	38,0	753,8	36,3
	Юната	16,5	32,2	93,6	47,3	740,9	41,6
	Новосибирская 15	18,0	39,5	85,5	35,8	755,4	38,2

ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

Лучшими показателями экономической эффективности возделывания яровой пшеницы по чистому пару отмечены: по всем уровням химизации – сорта *Тулунская 11*, *Бурятская остистая* и *Новосибирская 15*, по контролю, гербицидам и удобрениям – сорта *Ирень*, *Памяти Юдина* и *Юната* (табл. 8).

Таблица 8. Экономико-энергетическая оценка возделывания районированных сортов яровой пшеницы при разных уровнях химизации (среднее за 2016-2019 гг.)

Сорт	Уровень химизации	Урожайность, т/га	Экономическая			Энергетическая	
			условно чистый доход, руб./га	себестоимость 1 т зерна, руб.	рентабельность, %	приращение валовой энергии, КДж/га	коэффициент энергетической эффективности
Тулунская 11	контроль	1,80	10858	3968	152	8,1	1,4
	гербициды	1,58	4900	6899	45	4,2	1,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,91	608	9682	3	9,7	1,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺	2,46	2104	9145	9	18,5	1,8
Ирень	контроль	1,54	8180	4688	113	7,9	1,5
	гербициды	1,46	3577	7550	32	2,2	1,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,92	543	9717	3	9,9	1,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺	2,20	-575	10261	-2	14,2	1,6
Бурятская остистая	контроль	2,63	18558	2944	240	25,9	2,5
	гербициды	2,61	14536	4431	126	21,1	2,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,01	10922	6371	57	27,8	2,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺	3,19	8836	7230	38	30,5	2,4
Памяти Юдина	контроль	1,64	9413	4260	135	9,6	1,6
	гербициды	1,53	4520	7046	42	3,3	1,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,01	1680	9164	9	11,4	1,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺	1,67	-5440	13267	-25	5,5	1,3
Юната	контроль	1,23	4867	6043	65	2,8	1,2
	гербициды	1,58	4427	7198	39	4,2	1,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,26	3523	8441	18	15,5	1,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺	2,20	-887	1040	-4	14,2	1,6
Новосибирская 15	контроль	1,51	7982	4714	112	7,4	1,4
	гербициды	1,62	5218	6779	48	4,8	1,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,27	4024	8227	22	15,6	1,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺	2,31	582	9748	3	16,0	1,7

Самый высокий чистый доход получен от реализации продукции сорта

Бурятская остистая в диапазоне от 8836 (удобрения + гербициды) до 18558 руб./га (контрольный вариант) при самой низкой себестоимости 1 т зерна по всем уровням химизации от 2944 на контроле до 7230 руб. при полном применении средств химизации. Он же оказался самым рентабельным в контрольном варианте и с гербицидами – 240 и 126 %, соответственно.

В оценке биоэнергетической эффективности вариантов опыта были использованы показатели энергетического коэффициента и приращения валовой энергии на 1 га пашни. Наивысший энергетический коэффициент 2,5 на контроле и наибольший прирост валовой энергии 30,5 КДж/га при полном применении средств химизации достигнуты сортом *Бурятская остистая*.

Выводы

1. Выявленные различия результатов продуктивности и качества зерна изученные сортов яровой пшеницы разных групп спелости в большей степени обусловлены генетическим потенциалом отдельного сорта.

2. Применение минеральных удобрений в дозах на планируемую урожайность в сочетании с гербицидами повышают основные показатели качества зерна яровой пшеницы в разной степени, в зависимости от сорта.

3. Наибольшую урожайность 3,19 т/га в лесостепной зоне Предбайкалья при возделывании по чистому пару даёт сорт *Бурятская остистая* с применением комплексной химизации ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды). Однако по основным качественным показателям зерна (содержание белка и клейковины) он значительно уступает другим сортам.

4. Сорта яровой пшеницы раннеспелой группы *Новосибирская 15* и *Ирень* при применении минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) с гербицидами содержат 16.0-18.6 % белка и до 39,5 % клейковины, что соответствует высшему классу для пшениц продовольственного назначения.

5. Наибольшей стекловидностью зерна обладает сорт твёрдой пшеницы *Юната* (37,4 %) с применением гербицидов без минеральных удобрений.

6. Все районированные сорта яровой пшеницы обеспечивают массу 1000 зёрен от 32,5 до 41,6 г, независимо от уровней химизации, и превосходят базовый показатель.

7. Применение средств химизации при возделывании сорта твёрдой пшеницы *Юната* не приводит к уровню базисной природы зерна (750 г/л).

8. Показатели качества зерна яровой пшеницы в условиях Иркутской области в большей степени зависят от сорта, чем от средств и уровней химизации.

9. Экономический эффект от применения разных средств химизации при возделывании районированных сортов яровой пшеницы характеризуется высоким уровнем рентабельности по контрольному варианту (от 65 % у *Юнаты* до 240 % у *Бурятской остистой*), низкой себестоимостью 1 т зерна (от 2944 у *Бурятской остистой* до 4714 руб. у *Новосибирской 15* на контроле) и чистым доходом (от 582 сорта *Новосибирская 15* при комплексной химизации до 18558 руб./га у *Бурятской остистой* без химизации). По показателям себестоимости, чистого дохода и рентабельности сорта *Ирень*, *Памяти Юдина* и *Юната* показали себя неэффективными и убыточными только при совместном возделывании их с удобрениями и гербицидами. Внесение удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ без гербицидов остаётся рентабельным.

10. Все районированные сорта яровой пшеницы обеспечивают достаточно высокий уровень биоэнергетической эффективности. По наилучшим значениям её показателей (энергетического коэффициента и приращения валовой энергии на 1 га пашни) выделился сорт *Бурятская остистая*.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для производства зерна на фуражные цели в лесостепной зоне Предбайкалья по чистому пару эффективнее возделывать сорт *Бурятская остистая*.

2. Для возделывания на продовольственные цели с высоким качеством зерна рекомендуются сорта *Новосибирская 15* и *Ирень* с применением на среднеобеспеченных и низкообеспеченных питательными элементами почвах полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$.

3. Применение гербицидов в посевах яровой пшеницы отдельных сортов (*Бурятская остистая*, *Тулунская 11* и *Новосибирская 15*) эффективнее на фоне минеральных удобрений. Использование гербицидов без внесения минеральных удобрений в засушливые годы вегетации нецелесообразно.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

Министерства образования и науки РФ

1. **Габдрахимов О.Б.**, Солодун В.И., Султанов Ф.С. Качество зерна районированных сортов яровой пшеницы в Иркутской области // Вестник КрасГАУ. – Вып. 1 (№ 142). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2019. – С. 3-7.

2. **Габдрахимов О.Б.**, Солодун В.И. Влияние уровней химизации на урожайность и качество зерна районированных сортов яровой пшеницы в лесостепи Иркутской области // Вестник КрасГАУ. – Вып. 9 (№ 150). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2019. – С. 3-10.

Публикации по теме диссертации в других изданиях

3. Спирина Н.Г., **Габдрахимов О.Б.** Влияние сорта и уровней интенсификации на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Предбайкалья / В сборнике: «Научные исследования и разработки к

внедрению в АПК». Материалы региональной научн.-практ. конф. молодых учёных (14.04.2016 г., Иркутск). – С. 47-50.

4. **Габдрахимов О.Б.** Влияние уровней химизации на формирование структуры урожая и урожайность районированных сортов яровой пшеницы в условиях Иркутской области / В сборнике: «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии». Материалы VI межд. научн.-практ. конф. (31.05.2017 г., Иркутск). – Улан-Батор: Изд-во MULS, 2017. С. 21-26.

5. **Габдрахимов О.Б.,** Солодун В.И. Сравнительная оценка урожайности и качества зерна районированных сортов яровой пшеницы в зависимости от уровней химизации / В сборнике: «Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом». Материалы всероссийской (национальной) научн.-практ. конф. с межд. участием, посвящённой 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадиновича (п. Молодёжный, 11.11.2021 г.). С. 41-49.

**Публикация по теме диссертации в наукометрической базе
научного цитирования Scopus**

6. **Габдрахимов О.Б.,** Солодун В.И., Зайцев А.М., Кузнецова Е.Н. Действие химизации на продуктивность и показатели качества зерна районированных сортов яровой пшеницы в Предбайкалье // В сборнике: “AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations”. Материалы межд. науч.-практ. конф. – (Красноярск, 18-20.06.2020). С. 22082.