

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. А.А. ЕЖЕВСКОГО

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
СОЛОДУН Владимир Иванович

Иркутск 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СИБИРИ	9
1.1 Культура яровой пшеницы и современные подходы к формированию агротехнологий её возделывания	9
1.2 Факторы, влияющие на рост и развитие растений, формирование качественного зерна пшеницы	16
1.3 Сортовые признаки и характеристика районированных сортов	28
1.4 Состояние изученности влияния минеральных удобрений и гербицидов на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы	36
Глава 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	50
2.1 Почвенно-климатические условия лесостепной зоны	50
2.2 Гидротермические условия в годы исследований	60
2.3 Методика проведения исследований	66
Глава 3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА	70
3.1 Особенности роста и развития сортов	70
3.2 Засорённость посевов	72
3.3 Урожайность сортов	73
3.4 Структура урожая	75
3.5 Качество зерна	78
Глава 4. ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	90
4.1 Урожайность сортов в зависимости от применения средств химизации	90
4.2 Структура урожая	96
4.3 Качество зерна	98
Глава 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ	

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ	105
5.1 Экономическая оценка возделывания сортов	105
5.2 Биоэнергетическая оценка сортов	111
Заключение	112
Предложения производству	114
Список использованных источников	115
Приложения	142

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Яровая пшеница является основной зерновой продовольственной и фуражной культурой в Восточной Сибири. В Иркутской области на долю яровой пшеницы в структуре посевных площадей зерновых культур приходится 59 %, а ячмень и овёс занимают примерно равную долю – по 20,5 %.

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. Вопросам применения средств химизации под яровую пшеницу в Иркутской области посвящён целый ряд работ: 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.

Данные работы посвящены изучению доз минеральных удобрений в разных севооборотах под пшеницу 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 экономическую и энергетическую оценку возделывания сортов яровой пшеницы при применении разных средств химизации.

Научная новизна. Впервые 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 *Новосибирская 15* и *Ирень* с высоким потенциалом урожайности, которые целесообразно возделывать на высоком уровне химизации ($N_{60}P_{60}K_{60}$ в сочетании с гербицидами) по чистому пару.

Теоретическая и практическая значимость. Проведённые исследования позволили выявить существенное влияние минеральных удобрений на качество зерна разных сортов яровой пшеницы, возделываемых по чистому пару. Вместе с тем, отдельное применение гербицидов на большинстве сортов по пару малоэффективно и даже отрицательно сказывается на урожайности. Использование удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ с

применением гербицидов более целесообразно для группы раннеспелых сортов (*Ирень, Новосибирская 15*).

При сложившихся ценах на средства химизации экономическая эффективность их применения должна дифференцироваться с учётом конкретного сорта.

Полученный экспериментальный материал отражён в агрономических рекомендациях АПК Иркутской области и в учебном процессе Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского.

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.

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 докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях различного уровня:

1. Региональная научно-практическая конференция молодых учёных «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК» (Иркутск, 14 апреля 2016 г.).
2. VI международная научно-практическая конференция «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии» (Иркутск, 31 мая 2017 г.).
3. Международная научно-практическая конференция «Новые сорта и инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур –

основа повышения эффективности сельскохозяйственного производства” (п. Молодёжный, п. Пивовариха, 18-19 июля 2019 г.).

4. Международная научно-практическая конференция “AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations” (Красноярск, 18-20 июня 2020 г.), [SCOPUS](#).

5. Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом», посвящённой 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадировича (п. Молодёжный, 11 ноября 2021 г.).

Результаты исследований внедрены в производственные процессы сельскохозяйственных предприятий ООО МИП «Новоямское» (прил. Т) и ФГБУ «Буретское» (прил. У).

Степень достоверности результатов исследования подтверждается достаточной выборкой проанализированных данных, полученных в различные по погодным условиям годы, их статистической обработкой, использованием современных методов, 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.

Личный вклад автора. Автор работы лично проводил полевые исследования, производил отбор проб, анализ растительных и почвенных образцов, математическую обработку экспериментальных данных, обосновывал и обобщал результаты научного исследования. Результаты по влажности, структуре, агрохимическому анализу почвы, засорённости и урожайности, показатели качества зерна и экономические показатели получены автором лично. Анализ литературных источников проведён совместно с Солодуном Владимиром Ивановичем. Данные по содержанию

нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия получены в соавторстве с Дьяченко Евгенией Николаевной, по структуре урожайности – в соавторстве с Зайцевым Александром Михайловичем, по показателям качества зерна и его биоэнергетической эффективности – в соавторстве с Бояркиным Евгением Викторовичем, по определению качества клейковины (упругости) – в соавторстве с Кузнецовой Еленой Николаевной.

Публикации. По материалам работы опубликовано 7 работ, в том числе 2 – в изданиях, включённых в перечень ВАК РФ и 1 – в издании на платформе SCOPUS.

Структура и объём диссертации. Научно-квалификационная работа изложена на 161 странице компьютерного текста. Состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений производству. Включает 17 таблиц, 14 рисунков, 17 приложений. Список используемой литературы содержит 242 источника, в том числе 10 – зарубежных авторов на иностранных языках.

Благодарность. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д. с.-х. н., профессору кафедры земледелия и растениеводства Иркутского ГАУ Солодуну В.И. за помощь и поддержку, оказанную в проведении опытов и написании диссертации.

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

1.1 Культура яровой пшеницы и современные подходы к формированию агротехнологий её возделывания

Пшеница (*Triticum aestivum L.*) – это ценный и широко культивируемый злак во всём мире. Разнообразное употребление зерновой продукции (продовольствие, корма и биотопливо) вызвало постоянно растущий спрос и привели к расширению площадей выращивания данной культуры (FAO, 2015).

Говоря о зарождении культуры яровой мягкой пшеницы в Восточной Сибири, следует отметить следующие факты истории её развития.

К концу XVI в. Русское государство расширило свои владения на всю Западную Сибирь до Енисея – естественной западной границы гористой и таёжной Восточной Сибири. Поскольку русские по Сибири передвигались только по водным путям, земледельческое освоение ими территории нынешней Иркутской области началось не с южных лесостепных пространств с их богатыми почвами, а с северо-западного гористого и таёжного угла, бывшего Илимско-Ленского края (Писарев, 1956). Здесь, на территории Илимского воеводства, с середины XVII в. стали появляться первые небольшие посевы яровой пшеницы, причём она рассматривалась как «второстепенное хлебное растение» (Шерстобоев, 2001). В 1675 г. отмечались посевы яровой пшеницы по р. Селенга в Ильинской слободе, где, кроме ржи, сеяли пшеницу и ячмень (Писарев, 1956). В конце первой четверти XVIII в., например, в Илимском уезде, яровая пшеница составляла 3,3 % общей посевной площади, через полвека – 12,3 %, а к концу столетия – 18,4 %. Однако, урожаи яровой пшеницы на этой территории в XVIII в. были крайне неустойчивы, составляя, в среднем, в начале века 53,3 пуда с десятины (Шерстобоев, 1952).

На севере Восточной Сибири культура хлебных растений, по археологическим данным, относится к IV в. до н. э. В Якутии, близ деревни Юшино, в результате раскопок были выявлены отпечатки соломы и мякина зерновых культур. Предполагается, что это остатки ячменя или пшеницы (Окладников, 1949).

В VII-VIII вв. н. э. важнейшим земледельческим районом Восточной Сибири было государство хакасов с оседлым населением. Упоминаемые в китайской хронике IX в. сроки сева («в третью луну») проса, ячменя и пшеницы на Енисее свидетельствуют, что пшеница была яровой (Якубцинер, 1956).

Успех злаковых посевов в таком суровом крае, как Илимское воеводство, объясняется тем, что там высевалась только пшеница сибирского типа, берущая своё происхождение от пшениц северного района Монголии, которые очень близки по зерну к пшеницам Восточной Сибири. Но всё же Монголия с её разнообразными ботаническими и биологическими типами пшеницы была лишь посредником между Восточной Сибирью и древней земледельческой страной – Китаем. В.Е. Писарев (1956) выделял китайское происхождение пшениц Прибайкалья и Восточной Сибири. Однако, Монголия, благодаря своему климату, сыграла значительную роль в формировании скороспелого сибирского типа яровой пшеницы.

В настоящее время повышению продуктивности и качества зерна яровой пшеницы – главной зерновой культуры Прибайкалья – отводится главная роль в зерновом производстве Иркутской области. Обеспеченность зерном собственного производства должна быть не менее 95 % (Актуальные приёмы адаптивной агротехники полевых культур..., 2019).

Использование в зональных технологиях устойчивых, высокопродуктивных, приспособленных к местным условиям сортов зерновых культур позволяет обеспечить без дополнительных материальных затрат увеличение валовых сборов зерна, не оказывая отрицательного влияния на окружающую среду (Цугленок, Халанская, 2003).

В современных условиях зерновое хозяйство России, в том числе Сибири, существует на фоне резкого обострения конкуренции на мировом продовольственном рынке, усиления процессов глобализации и интеграции мировой экономики, происходящих климатических изменений и связанных с ними изменений в аграрной политике государства (Bogoviz, Lobova, Bugai, 2018).

Россия обладает неиспользованным потенциалом для увеличения сельскохозяйственного производства, поскольку нынешние урожаи зерновых зачастую намного ниже потенциально достижимых (Prishchepov A.V., et al., 2018).

Из двух форм пшеницы – озимой и яровой – в силу суровых климатических условий, возделывается в производственных объёмах только яровая (Актуальные приёмы адаптивной агротехники..., 2019).

Однако её урожайность и особенно качество зерна находятся не на высоком уровне. Поэтому полученную из неё продукцию, в основном, используют на корм скоту, а на продовольственные цели завозят из других регионов страны (Особенности технологии возделывания..., 2018).

Опыт мирового земледелия и исследования, проведённые в Сибири, доказывают необходимость применения средств интенсификации для повышения продуктивности зерновых культур (Холмов, Юшкевич, 2006).

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур представляют собой набор приёмов по управлению продукционным процессом с целью получения планируемой урожайности и качества продукции. Это достигается разумным применением средств химизации (пестицидов и минеральных удобрений), учётом сортового разнообразия культуры (Мельник, 2015). В ходе этого процесса следует учитывать зональные почвенно-климатические условия и особенности сортовой агротехники районированных сортов (Канащ, 2018).

Получать высокие и стабильные урожаи возможно лишь на основе адаптивного земледелия, которое базируется на дифференцированном

использовании природных, биологических, техногенных, социально-экономических и других ресурсов (Жученко, 2008). Это приведёт к повышению почвенного плодородия, продуктивности и качества производимой сельскохозяйственной продукции (Иванов, 2006).

Современные агротехнологии представляют собой комплексы технологических операций по управлению производственными процессами сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и определенной экономической эффективности (Кирюшин, 2005).

Качественный скачок в интенсификации агротехнологий произошёл в результате мировой перманентной технологической революции, включавшей создание интенсивных сортов нового типа, обладающих высоким генетическим потенциалом (зелёная революция), разработку системы управления производственным процессом по микропериодам органогенеза (агрехимическая революция), трансгенная и информационная революции, в результате которых появились наукоёмкие агротехнологии: интенсивные, точные и т. д. Методология формирования агротехнологий заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции (Кирюшин, 2010).

Академик РАСХН В.И. Кирюшин (1995) выделяет основные четыре типа агротехнологий по степени их интенсификации:

1. Экстенсивные технологии, ориентированные на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и химических средств защиты или с очень ограниченным их использованием. Применяются высокоадаптивные сорта сельскохозяйственных культур с невысоким, но стабильным потенциалом продуктивности.

2. Нормальные технологии, обеспеченные минеральными удобрениями и пестицидами в том минимуме, который позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень

окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме и получать продукцию удовлетворительного качества. В этих технологиях используются пластичные сорта зерновых культур.

3. Интенсивные технологии, рассчитанные на получение планируемого урожая высокого качества в системе непрерывного управления производственным процессом сельскохозяйственных культур. Применение интенсивных технологий обеспечивает оптимальное минеральное питание растений и их защиту от вредных организмов и полегания. Интенсивные технологии предполагают применение интенсивных сортов и создание условий для более полной реализации их биологического потенциала.

4. Высокоинтенсивные (точные) технологии, рассчитанные на достижение продуктивности культуры, близкой к её биологическому потенциалу с заданным качеством продукции с помощью современных достижений научно-технического прогресса. Они ориентированы на использование прецизионной техники, современных препаратов, информационных технологий. Высокоинтенсивные технологии предполагают качественный скачок и в создании сортов, и в подготовке почвы, и в насыщении технологическими операциями по уходу за посевами. В высоких технологиях достигается максимальная интеграция мероприятий с учётом их системного взаимодействия.

Возможность применения технологий различной степени интенсивности зависит от почвенно-климатических и других агроэкологических условий.

Высокоинтенсивные (точные) технологии практикуются в условиях относительно благоприятного увлажнения (коэффициент увлажнения более 0,8) на плоских дренированных местоположениях с однородным микрорельефом и почвенным покровом, представленным преимущественно элементарными почвенными ареалами и пятнистостями с очень слабой контрастностью, благополучными почвами.

Интенсивные технологии могут применяться при менее благоприятных условиях увлажнения ($KУ$ больше 0,6), при небольших уклонах на землях с умеренной неоднородностью микрорельефа и слабоконтрастными почвенными комбинациями, на мелиорированных комплексных почвах. Нормальные агротехнологии применяются в умеренно сложных агроландшафтах в соответствии с агроэкологическими требованиями сельскохозяйственных культур в системе ограничительных нормативов (Кирюшин, 1995).

Наиболее высокая продуктивность и экономическая эффективность производства зерна пшеницы достигается в интенсивных условиях при оптимальном уровне увлажнения. В острозасушливые годы урожайность пшеницы резко снижается и её возделывание по интенсивной технологии нецелесообразно (Власенко и др., 2014).

Технология – наиболее изменяющийся фактор, имеющий широкий диапазон перемен, связанный с антропогенными факторами и напрямую зависящий от условий (климат, погода, почва). Для совершенствования технологических процессов в интенсивном земледелии целесообразно учитывать данные природные условия и переменные факторы, формирующие интенсивную технологию и влияющие на продуктивность культур (Романов, Демиденко, Дружинин, 2021).

Опыты по комплексной агроэкономической оценке технологий возделывания яровой пшеницы с учётом продуктивности пашни, экологического и ресурсосберегающего аспектов выявили, что наибольшая урожайность культуры (4,27 т/га) обеспечивается интенсивной технологией её возделывания, предусматривающей вспашку на 20-22 см, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и гербицидную обработку посевов по расчётам экономического порога вредоносности (Лазарев и др., 2020).

Современные агротехнологии интенсивного и высокого земледелия требуют радикального уровня применения удобрений, который предполагает не только возмещение элементов питания, отчуждённых с урожаем

сельскохозяйственных культур, но и расширенное воспроизводство почвенного плодородия пахотных земель и лугопастбищных угодий (Кудеяров, 2018).

Профессор Г.И. Дурнев (2007) выделяет три сложившихся на сегодня в мире основных типа агротехнологий производства сельскохозяйственной продукции: простая, интенсивная и высокая. Простая (традиционная), на уровне 60-х–80-х годов прошлого века, используется в хозяйствах с низким уровнем дохода и кадровым обеспечением. Борьба с сорной растительностью осуществляется механическим путём: вспашка, боронование, подкашивание и т. д. Минеральные удобрения и средства защиты растений применяются ограниченно. Используется дешёвая техника старого поколения. Урожайность зерновых 2-3 т/га. Интенсивная (80-90-х годов): удобрения рассчитываются на планируемый урожай, применяется интегрированная система защиты растений, агротехника традиционная. Потенциал урожайности зерновых культур – 4-5 т/га. Высокие технологии обеспечивают урожайность зерновых на уровне 6-7 т/га. Главные технологические, энергосберегающие приёмы в них – минимальная, или даже нулевая, обработка почвы.

Реализовать потенциал новых сортов пшеницы в формировании урожая зерна высокого качества возможно путём включения в систему его производства интенсивных технологий, обеспечивающих эффективное использование зональных почвенно-климатических ресурсов и средств интенсификации земледелия (органических и минеральных удобрений, средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней), гарантирующих экологическую безопасность (Журавлева и др., 2020).

Отрасль земледелия в Иркутской области нуждается в технической и технологической модернизации для инновационного развития АПК региона. Это вызвано тем, что более 70 % сельхозтоваропроизводителей растениеводческого сектора сельского хозяйства области выращивают продукцию по устаревшим технологиям без применения современных

достижений науки, передового отечественного и зарубежного опыта, без привлечения средств интенсификации (химизация, новые приёмы обработки почвы, орошение и т. д.), с использованием одно- и двух-операционных машин с низкими технологическими параметрами. За счёт высокой доли чистых паров (24-30 %) валовый сбор зерна зависит, в основном, от естественного почвенного плодородия и складывающихся гидротермических условий периода вегетации (Инновационные технологии..., 2021).

Технологии выращивания яровой пшеницы должны иметь ресурсосберегающую направленность при рациональном применении средств химизации (удобрения, баковые смеси гербицидов более широкого спектра действия и др.), исключении посевов пшеницы по пшенице, подборе наиболее эффективных предшественников, а также адаптивных и качественных сортов, обеспечивающих повышение урожайности зерна высокого качества в 1,5-1,7 раза (Кондратенко и др., 2016; Хлесткина и др., 2017).

Таким образом, добиться повышения продуктивности и особенно качества зерна пшеницы для удовлетворения потребностей области в хлебобулочной продукции возможно только при использовании ресурсосберегающей технологии возделывания, средств её интенсификации (химизации, обработки почвы, орошении и т. д.) и районированных высокоурожайных сортов с учётом специфики почвенно-климатических условий региона и невысокого естественного плодородия почв.

1.2 Факторы, влияющие на рост и развитие растений, формирование качественного зерна пшеницы

К факторам воздействия на рост и развитие растений относятся почвенно-климатические условия региона, сортовые особенности, сроки сева, нормы высева, внесение удобрений, применение гербицидов в соответствующие периоды вегетации пшеницы, а также система обработки

почвы и выбор предшественника.

Производство зерна пшеницы требуемого качества ограничено значительным варьированием и резкими колебаниями гидротермического режима по годам урожая. В связи с этим актуальной задачей является районирование и расширение посевов сильных и наиболее ценных сортов пшеницы, устойчивых к экстремальным условиям производства и стабильно сохраняющих потенциал продуктивности и качества в условиях региона.

Условия выращивания культуры (климат, погода, почва), имеющие устойчивый природный потенциал, в основном определяют выбор, сорта и технологии их возделывания (Романов, Демиденко, Дружинин, 2021).

Особенности почвенно-климатических условий региона являются теми факторами, которые выделяют сибирскую пшеницу по высоким показателям качества её зерна (Колмаков, Пахотина, Юшкевич, 2015).

В сибирских условиях произрастания (в Тулуне) всходы яровой пшеницы появляются, в среднем, через 15-16 дней (Писарев, 1941).

На развитие растений в начальный период их роста отрицательно влияют повышенная температура и недостаточная влагообеспеченность почвы (Баталова, 2010).

Рост пшеницы начинает протекать уже при температуре + 2,5 С°. Температура является главным фактором, определяющим продолжительность межфазового периода всходы-кущение при наличии влаги и питательных веществ в почве: чем выше температура, тем короче этот период. Кроме того, на него влияют характер весны и срок сева. Сорта яровой пшеницы разнятся в этом компоненте на 10-12 дней. Отставание с кущением у яровой пшеницы – явление нежелательное, поскольку оно ведёт к запаздыванию укоренения растений, отодвигая его на более засушливый период (Носатовский, 1965).

Для построения урожайности изучаемой культуры в районе закладки полевого опыта наибольшее значение имеет водно-температурный режим в мае-июне, а для формирования качественного зерна – в июле (Василова,

2015).

Оценка роли температурного фактора и условий влагообеспечения в течение вегетационного периода в формировании количества клейковины яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Красноярского края показала, что содержание клейковины увеличивается под воздействием повышенных температур и осадков июля (Келер, 2020).

Вторая половина лета и осень, как правило, отмечаются высоким уровнем атмосферных осадков. Для формирования продуктивности зерновых большую роль играют не общая сумма осадков, а их количество по фазам онтогенеза (Неттевич, 1974).

Результаты исследований показали, что неравномерное распределение осадков по месяцам сезона выращивания создаёт различные условия для продуктивности яровой пшеницы (Соболев и др., 2022).

Коэффициент прямолинейной корреляции влияния выпавших осадков в мае месяце на урожайность яровой пшеницы 0,13 выявил слабое воздействие данного фактора, в июне – 0,86 (высокая степень влияния). Июльские осадки оказали среднее влияние на продуктивность, а августовские – слабое (Соболев и др., 2021).

Количество выпавших в период вегетации осадков – это такой малоуправляемый фактор воздействия на продуктивность агроэкосистемы, который в засушливых условиях лесостепи в конечном итоге влияет на урожайность пшеницы (Курдюков и др., 2014).

Величина урожая зависит, в том числе, и от того, в каких условиях по степени увлажнения проходит закладка основных элементов структуры урожая. При посеве во второй декаде мая сокращается длина вегетационного периода, а при оптимальной норме высева достигается нужная густота стояния растений. Соблюдение агротехнических сроков посева яровой пшеницы с оптимальными нормами высева позволяет проявить урожайный потенциал сортов (Raphael Rossi Silva, et al., 2014).

В годы с устойчивой засухой урожайность зерна снижается в 2-3 раза

по сравнению с благоприятными годами. В редкие годы высокое увлажнение на фоне пониженных среднесуточных температур удлиняет вегетационный период, и часто время уборки совпадает с неблагоприятными условиями, что способствует снижению количества и качества урожая (Кинчаров и др., 2018).

В начальные фазы развития пшеница достаточно сильно реагирует на высокие температуры воздуха, что приводит к угнетению роста и развития растений и неблагоприятно влияет на закладку элементов продуктивности (Амунова, 2019).

Выявлено, что основным фактором при формировании урожайности яровой мягкой пшеницы является влагообеспеченность растений в периоды посев - полное кущение ($r = 0,9579$), начало колошения - восковая спелость ($r = 0,9611$) (Пакуль и др., 2018).

Получение стабильно высоких урожаев яровой мягкой пшеницы обеспечивается, главным образом, гидротермическим режимом июня во время прохождения важных фаз развития – выхода в трубку, колошения и цветения. Наиболее сильная корреляционная зависимость среднесортной урожайности наблюдалась от температуры воздуха ($r = -0,85$), выпавших осадков ($r = 0,88$) и гидротермического коэффициента ($r = 0,89$). Осадки июня выше среднемноголетних норм, и средние температуры положительно влияют на начальный рост и развитие растений пшеницы, а также на формирование колоса, что в дальнейшем существенно увеличивает урожайность сортов (Кинчаров, Таранова, Дёмина, 2020).

Значительное влияние на формирование белка в зерне оказывает гидротермическое обеспечение в периоды посева и органогенеза растений, где непосредственно происходит синтез и кумуляция белковых веществ. Водный дефицит в период завязывания и налива зерна снижает накопление белковых веществ (Пахотина и др., 2021).

Высокое накопление белка в зерне пшеницы (16,1-16,5 %) отмечается в годы с ГТК в период колошение-созревание 0,5 (средняя засуха) и 1,0

(недостаточное влагообеспечение) (Богдан, Коновалова, Клыков, 2021).

В экстремальных погодных условиях Иркутской области возможно получение удовлетворительных урожаев качественного зерна пшеницы с помощью научно-обоснованной системы удобрений и химических средств защиты растений с учётом использования ими продуктивной влаги и устойчивости их к засухе и низким температурам (Технологии возделывания полевых культур..., 2020).

Почвенно-климатические условия региона оказывают сильное воздействие на хлебопекарные качества пшеницы, однако нельзя не признать важную роль сорта в повышении качественных показателей зерна (Фляксбергер, 1938).

Среди всего комплекса факторов увеличения производства высококачественного зерна пшеницы сорт занимает важное место. Он является одним из определяющих факторов развития устойчивого растениеводства и экономического роста сельскохозяйственного производства.

Приоритетным направлением, требующим планомерного и научно-обоснованного подхода, является создание новых сортов яровой пшеницы, формирующих плановую урожайность и высокое технологическое качество зерна, которое отвечало бы требованиям использования его не только на кормовые и технические, но и на продовольственные цели.

В последние годы в России растёт производство зерна пшеницы. Однако его качество имеет тенденцию к снижению, что заставляет закупать высококачественное зерно за рубежом. Анализ причин такого положения свидетельствует о серьёзных недостатках в системе его производства. Среди новых сортов много таких, которые не способны формировать качественное продовольственное зерно: в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, из 228 сортов яровой пшеницы для производства сильного и ценного зерна пригодны не более 61 % (Журавлева и др., 2020).

Если сорт созревает в условиях Тулуна, то он будет подходящим для северных, подтаёжных и таёжных зон Сибири и Урала (Писарев, 1941).

Возделывание продовольственного зерна основано на использовании сортов, обладающих потенциалом урожайности и качества. Для проявления этого потенциала необходимо применение технологий производства злаковых культур, учитывающих биологию сорта (Чибис В.В., Чибис С.П., 2016).

Современные сорта эффективно реализуют свой биологический потенциал только при высокой культуре земледелия, то есть при строгом соблюдении сортовой агротехники. Кроме того, интенсивные сорта не обладают достаточной степенью устойчивости к болезням и вредителям, что значительно снижает их урожайность в неблагоприятных условиях, в результате чего наблюдаются резкие колебания урожая по годам (Амелин, Азарова, Куликов, 2002).

Современные сорта зерновых культур, в силу своих генетических особенностей, характеризуются различной способностью поглощать из почвы питательные вещества и использовать их, влияя на урожайность. В этом раскрывается биопотенциал сорта (Белкина, 2012).

В последние десятилетия селекционеры и генетики Сибири создали генофонд яровой мягкой пшеницы, который является “фундаментом” для дальнейшего развития селекции в регионе. Новые сорта сибирских учёных вытеснили зарубежные и занимают основные площади посева этой культуры в нашем регионе. При этом особый интерес представляют ценные и сильные сорта пшеницы, которые стабильно формируют по годам урожайность и качество зерна, устойчивы к болезням и другим стрессорам (Логинов, Казак, Юдин, 2012).

В настоящее время ведущая роль в повышении урожайности культуры и улучшении качества зерна отводится сорту, поскольку на его долю в общем приросте урожайности приходится 20 % и более (Сыздыкова, Середа, Малицкая, 2018).

В сложных климатических условиях Восточной Сибири одним из важнейших факторов в решении проблемы выращивания сильных и ценных зерновых культур является создание сортов с высокими технологическими качествами зерна (Плеханова, Шевцова, 2018).

Генетический потенциал растения должен поддерживать условие адаптивности – важнейшее требование, которому следует соответствовать перспективные сорта, поскольку способность противостоять действию факторов среды напрямую сказывается на продуктивности и урожае (Рыбась, 2016).

Термином «адаптивность» обозначают способность организма к приспособлению к какой-то определённой среде. Адаптация растений к условиям возделывания может происходить как за счёт модификационной, так и генотипической изменчивости (Жученко, 1980).

Именно за счёт сортов, адаптированных к конкретным условиям внешней среды, должны решаться вопросы повышения производства зерна (Жученко, 1995).

Одним из основных признаков адаптации сорта к условиям произрастания является продолжительность вегетационного периода. Она определяет не только величину урожая, но и его качество, а также возможность ухода от заморозков и засухи, поражения вредителями и болезнями. Сокращение вегетационного периода достигается за счёт более раннего колошения и способности сохранять темпы налива при пониженных температурах (Ананьев, 1981).

Использование новых сортов, адаптированных к местным условиям, позволяет дополнительно получить до 0,4-0,5 т/га зерна. Интенсивные технологии позволяют достигнуть наиболее высокой экономической эффективности производства зерна. В острозасушливые годы урожайность яровой пшеницы резко снижается и её возделывание целесообразно лишь на уровне нормальных технологий (Власенко и др., 2014).

Сорта, более адаптивные по параметрам качества зерна, с высокими

хлебопекарными и мукомольными свойствами, менее подвержены влиянию почвенно-климатических условий региона на показатели качества (Василова, 2016).

Высокая адаптивность новых сортов яровой мягкой пшеницы определяется такими признаками как оптимальная продолжительность вегетационного периода и устойчивость к неблагоприятным факторам среды, особенно к засухе, ущерб от которой превышает воздействие любого стрессового фактора (Сидоров, Федосенко, Голубев, 2017).

Внедрение в производство сортов с высоким генетическим потенциалом продуктивности и хорошей пластичностью является определяющим фактором в повышении её урожайности (Ведров, 1998).

По результатам изучения реакции сортов зерновых культур различных групп спелости на сроки посева, удобрения, средства химической защиты растений в Красноярском крае выявлено, что среднеспелые сорта в поздних посевах при некотором преимуществе по урожайности уступают раннеспелым по посевным качествам семян (Сурин, Бутковская, 2014).

Практика возделывания зерновых культур подтверждает, что создать сорта мягкой пшеницы, сочетающие в себе высокий потенциал продуктивности и хорошие технологические свойства зерна, достаточно сложно, но не бесперспективно (Митрофанова, Хакимова, 2016).

Модернизированная модель идеального сорта предполагает наличие следующих показателей технологического качества зерна пшеницы: 1) натурная масса – 750 г/л; 2) общая стекловидность – 60 %; 3) содержание белка – 14 %; 4) количество клейковины – 32 %; 5) качество клейковины – 32 %. Количественные характеристики этих показателей функционально связаны с генетическими особенностями сорта (Хвостова, 2000).

Зонирование Иркутской области по наличию природных ресурсов в составляющих её районах позволило выстроить систему сортового районирования сельскохозяйственных культур, в соответствии с которой область разделена на шесть почвенно-климатических зон:

I зона **Северо-Западная** включает Братский, Нижнеилимский, Усть-Илимский, Чунский районы и северную часть Усть-Удинского, Тайшетского, Нижнеудинского и Тулунского районов.

II зона **Центральная**: Куйтунский и Балаганский районы, центральная часть Тулунского района, Усть-Удинский – без северной части, Зиминский – без южной части.

III зона **Присаянская**: центральная и южная части Усольского, Черемховского, Зиминского, Заларинского и Тулунского районов.

IV зона **Южная**: Иркутский, Аларский, Боханский районы; Заларинский, Черемховский и Усольский районы без южной части и Эхирит-Булагатский район без северно-западной части.

V зона **Прибайкальская**: Баяндаевский, Ольхонский, Казачинско-Ленский районы; северно-западная часть Эхирит-Булагатского и восточная часть Качугского районов.

VI зона **Приленская**: Киренский, Усть-Кутский, Жигаловский районы и Качугский район без восточной части (Гончаров, Крестьянинова, Савенкова, 1978).

В качестве стандарта раннеспелого сорта в Красноярском крае выступает *Новосибирская 15*, адаптированный к разнообразным природно-климатическим условиям Восточной Сибири и обладающий высоким уровнем продуктивности посевов (Сидоров, Нешумаева, Плеханова, 2017).

Фактор сорта участвует в повышении урожайности культуры. Из сортов пшеницы, включённых в Госреестр для использования в нашем регионе (11 зона), лучшими являются *Тулунская 12*, *Ирень*, *Новосибирская 29*, *Новосибирская 15*; *Тулунская 11*; для прибрежной части Братского водохранилища во 2 и 4 зонах – сорта *Селенга* и *Бурятская остистая* (Система ведения сельского хозяйства Иркутской области, 2019).

Соблюдение сроков сева и норм высева семян также влияет на величину и качество урожая. Наибольшую продуктивность растений и лучшее качество зерна (масса 1000 семян, содержание клейковины)

отмечаются при посеве в ранние сроки – 10 и 15 мая. С увеличением нормы высева с 4 до 7 млн шт./га урожайность яровой пшеницы возрастает на 1,60-1,82 т/га, или на 84,1-89,0 %. Одновременно улучшаются качественные показатели зерна. Дальнейшее увеличение нормы высева не обеспечивает достоверной прибавки урожая (Султанов и др., 2019).

В результате исследования по изучению влияния сроков сева и норм высева на урожайность и качество семян яровой пшеницы сорт *Ирень* при сроке сева в первую декаду мая обеспечил 2,51, во вторую декаду – 2,52 т/га. При третьем сроке сева урожайность зерна снизилась при содержании в нём белка 15,2-16,8 % и выравненности семян 93,9-96,6 % (Ященко, 2022).

Основным фоном для лучшего обеспечения растений пшеницы влагой и питательными веществами является такой фактор как предшественник (Сахибгареев, Гарипова, 2015).

Изучение влияния различных фонов возделывания на урожайность зерна мягкой яровой пшеницы показало, что урожайность, в основном, зависит от предшественников и пестицидов, тогда как удобрение показывает относительно небольшое воздействие в год, благоприятный для роста пшеницы, и отсутствие эффекта в год, неблагоприятный для её роста. Сила влияния фактора «предшественник» выявлена на уровне 70,9 %, а фактора «удобрение» – 4,5 %. Причём наиболее экологически безопасным и экономически эффективным элементом технологии возделывания в зоне рискованного земледелия СФО с рентабельностью 20 % является чистый пар (Келер, Хижняк, 2019).

В условиях Красноярской лесостепи выявлено высокое влияние сорта (47,8 %) и условий вегетации (38,0 %) на изменчивость урожайности изучаемых образцов пшеницы. Роль взаимодействия этих двух факторов значительно меньше – 8,9 % (Никитина, Федосенко, 2020).

Взаимное сопряжение антропогенных и природных факторов существенно влияет на урожайность яровой пшеницы, изменяя её величину в широких пределах. В условиях лесостепи Красноярского края по влиянию на

урожайность модельного сорта данной культуры на первом месте находится обработка почвы, на втором – защита растений, а на третьем месте – внесение удобрений (Полубояринова и др., 2020).

Исследования, проведённые в Иркутском НИИСХ по влиянию предшественников, выявили снижение продуктивности на 22-25 % при посеве пшеницы по пшенице (Система ведения сельского хозяйства Иркутской области, 2019).

Для получения высоких урожаев надо создавать мощный пахотный горизонт глубиной до 40-50 см, причём почва должна обрабатываться без предплужников и отвалов, без оборачивания пласта, без выворачивания нижних слоёв на поверхность. Получение высоких и устойчивых по годам урожаев пшеницы невозможно без достаточного количества пара – хотя бы в пределах 20 %, поскольку пар – это накопление больших запасов влаги и верное средство борьбы с сорняками (Мальцев, 1985).

Обладая слабой корневой системой, пшеница капризно относится к культурам, возделываемым перед ней. Предпочтительно, если предшественниками станут кукуруза, гречиха или зернобобовые растения, насыщающие почву азотом, способствующие накоплению легкоусвояемых питательных элементов (Берсенева, 2018).

Однако, моделирование продуктивности яровой пшеницы выявило среди всех предшественников (чистый пар, пшеница, кукуруза, пласт многолетних трав) чистый пар как наилучший для возделывания культуры. Причём, наиболее благоприятные условия для получения стабильных по годам урожаев пшеницы складываются в условиях закрытой лесостепи и подтаёжной подзоне, на плато, южных и восточных склонах (Едимейчев, Шпедт, 2016).

Предшественники оказывают существенное влияние на содержание клейковины: при умеренном увлажнении на экстенсивном фоне отмечается её снижение от 32,4-33,7 % при возделывании яровой пшеницы по чёрному пару до 24,0-25,4 % по зерновому предшественнику. В условиях острого

дефицита почвенной влаги при аномально высоких температурах содержание клейковины в зерне практически не зависит от предшественников и применения химических средств интенсификации (35,0-37,6 %) (Синецков, Ткаченко, 2016).

Фактор предшественника оказывает в два раза большее влияние (54,0 %) на показатель стекловидности зерна пшеницы по сравнению с средствами интенсификации (23,7 %) (Усенко, 2020).

Производство качественного продовольственного зерна пшеницы на фоне естественного почвенного плодородия наиболее реально при посеве по паровым предшественникам. Многолетние исследования подтверждают, что по мере удаления от пара урожайность яровой пшеницы снижается (Чибис В.В., Чибис С.П., 2016).

При посеве яровой пшеницы по паровому предшественнику формируется зерно более высокого качества, чем по зерновым культурам (Агеева, Лихенко, 2017).

В Иркутской области пар находится в более выгодном положении по накоплению продуктивной влаги перед зерновыми предшественниками, обработанными безотвальным способом (Адаптивные технологии..., 2015).

Кроме вышеперечисленных, позитивное воздействие на урожайность и качество семян оказывают такие факторы, как предпосевное протравливание семян, расчёт оптимальных доз минеральных удобрений и обработка посевов баковой смесью гербицидов, подобранных под тип засорения (Сурин, Бутковская, 2014).

Таким образом, при типичном сроке посева (вторая декада мая) с нормой высева 7 млн. шт./га по такому благоприятному предшественнику, как чистый пар, в Предбайкалье урожай зерна и его качество обеспечиваются оптимальными условиями тепло- и влагообеспеченности первой половины вегетации пшеницы, рациональным применением средств химизации (протравителей семян, минеральных удобрений и гербицидов), подбором высокопродуктивных сортов, а также всеобъемлемостью и своевременностью проведения необходимых агротехнических мероприятий.

1.3 Сортовые признаки и характеристики районированных сортов

Получение высоких устойчивых урожаев пшеницы возможно у сортов, отзывчивых на удобрения и прогрессивную технологию возделывания и соответствующим по своим биологическим особенностям условиям зоны распространения.

Внедрение в своё время скороспелых сортов *Балаганка* (оригинатор – Писарев В.Е., 1929), *Сибирка местная*, *Сибирка 1818* (Маркин В.С., 1940) и *Ударница* (Гусельников А.А., Маркин В.С., 1947) способствовало распространению в Иркутской области яровой пшеницы и росту её урожайности. С 1956 г. лучшим во всех зонах возделывания считался сорт яровой пшеницы *Скала* (Соловьев А.А., Скалозубова А.Н., Мусатов В.С., Маркин В.С.), а в VI зоне – ещё и *Лютесценс-62* (Шехурдин А.П.) (Гончаров, Крестьянинова, Савенкова, 1978).

Кроме того, в последующие годы сибирскими учёными был районирован ряд новых сортов яровой пшеницы: *Тулун 14* (Гусельников А.А., Маркин В.С., 1942), *Иркутская-49* (Гусельников А.А., Маркин В.С., Мусатов В.С., Соловьев А.А., 1952), *Тулунская 197* (Скалозубова А.Н., Маркин В.С., Мусатов В.С., Соловьев А.А., 1955), *Бирюсинка* (Юдин А.Е., Юдина З.Г., 1972), *Тулунская 10* (Юдин А.Е., Юдина З.Г., Брянский А.М., Шатунова В.И., 1986).

В настоящее время в Иркутской области районировано 14 сортов яровой пшеницы, различающиеся как по видам, так и по классу качества зерна и группам спелости. Их характеристики представлены ниже.

ТУЛУНСКАЯ 12 (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.)).

Год районирования – 1989. Оригинаторы: Юдин А.Е., Юдина З.Г. и Брянский А.М. (ТУЛУНСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ). Родословная: *Бирюсинка* х *Безостая 1*. Разновидность *лютесценс*. Среднеранний, вегетационный период 75-92 дня. Устойчивость к полеганию 4-5 баллов, удовлетворительно переносит весеннюю засуху. Урожайность 3,4-4,4 т/га.

Масса 1000 зёрен 32-43 г. Содержание сырого протеина 14,3-16,1 %, клейковины – 32-38 %. Хлебопекарные качества хорошие и отличные. Сильная пшеница (Юдин, 2017).

СЕЛЕНГА (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*)).

Включён в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам с 1994 г. Оригинатор: ГНУ «БУРЯТСКИЙ НИИСХ» (Дудникова Ф.Я., Дубровская А.Г., Овчинникова Ю.М.). Разновидность *lutescens*. Масса 1000 зёрен – 38-48 г. Сорт высокоурожайный (потенциальная продуктивность до 70 ц/га), среднеспелый (длина вегетационного периода 85-105 дней), созревает на 3-4 дня позже сорта *Бурятская 79*. Среди группы среднеспелых сортов принят в качестве стандарта. Засухоустойчивость средняя (3,5-4,0 балла). Технологические и хлебопекарные свойства зерна высокие, на уровне сорта *Бурятская 79*. Содержание белка в зерне 10,8-13,3, клейковины – 27-31,7 %. Слабо поражается пыльной головнёй, устойчив к осыпанию (Емельянов, 2015).

ТУЛУН 15 (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*)).

Год включения в реестр – 1998. Оригинаторы: Брянский А.М., Инишева Э.А., Мануйлова Г.М., Шатунова В.И., Юдин А.Е. и Юдина З.Г. (ТУЛУНСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СТАНЦИЯ). Родословная: *Харьковская 93* х *Тулунчанка*. Разновидность *лютесценс*. Раннеспелый, вегетационный период 76-88 дней. Устойчивость к полеганию 4,8-5,0 баллов. Урожайность 1,8-4,5 т/га. Масса 1000 зёрен 32-35 г. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница (Юдин, 2017).

ИРЕНЬ (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*)).

Год включения в реестр: 2000. Оригинатор: ГНУ «УРАЛЬСКИЙ НИИСХ». Регионы допуска: Северный (1), Северо-Западный (2), Центральный (3), Волго-Вятский (4), Уральский (9), Западно-Сибирский (10), Восточно-Сибирский (11). Направление использования – ценная(ый) по качеству. Срок созревания (группа спелости) – раннеспелый (3). Родословная: *Иргина* х *Красноуфимская 90*. Включён в Госреестр по Волго-

Вятскому (4) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Разновидность *милтурум*. Масса 1000 зёрен 35-42 г. Средняя урожайность в Волго-Вятском и Западно-Сибирском регионах составила, соответственно, 3,84 и 2,36 т/га на уровне среднего стандарта. В зависимости от зон выращивания урожайность варьирует в Волго-Вятском регионе от 3,1 до 5,3 т/га, в Западно-Сибирском – от 1,3 до 3,1 т/га, в условиях Кемеровской области средняя прибавка к стандарту *Тулунская 12* 0,6 т/га. Максимальная урожайность 6,08 т/га получена в 1997 г. в Свердловской области. Раннеспелый. Вегетационный период 77-93 дня, созревает одновременно с *Тюменской ранней* и на 2-3 дня раньше *Тулунской 12*. Устойчив к полеганию, превышает стандарт *Тюменская ранняя* на 0,5-0,7 балла. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница. Среднеустойчив к мучнистой росе, восприимчив к септориозу, корневым гнилям, стеблевой ржавчине. Сильно восприимчив к пыльной и твёрдой головне, бурой ржавчине.

ОМСКАЯ 32 (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*)).

Включён в Госреестр в 2004 г. по Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам. Оригинатор: ФГБНУ «ОМСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР». Родословная: *Лютесценс 162/84-1* х *Chris* (США). Направление использования: ценная(ый) по качеству. Разновидность *лютесценс*. Масса 1000 зёрен 32-42 г. Средняя урожайность в Западно-Сибирском регионе составила 23,4 ц/га, на 2,3 ц/га выше среднего стандарта; в Восточно-Сибирском регионе – 28,2 ц/га, на 4 ц/га выше среднего стандарта. В Омской области и Красноярском крае урожайность колеблется от 22 до 42 ц/га, превышая стандарты *Алтайская 92* и *Лютесценс 25* на 2-6 ц/га. Максимальная урожайность 49 ц/га получена в 1999 г. в Красноярском крае. Среднеранний, вегетационный период в условиях Омской области и Алтайского края 65-85 дней, в Красноярском крае – 86-92 дня. Устойчив к полеганию, превышает стандарты на 0,5-1 балл. Среднезасухоустойчив. Хлебопекарные качества хорошие. Среднеустойчив к пыльной головне, восприимчив к твёрдой головне, сильно восприимчив к бурой ржавчине и септориозу.

НОВОСИБИРСКАЯ 29 (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.)).

Включён в Госреестр в 2005 г. по Восточно-Сибирскому (11) региону. Оригинаторы: ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ СО РАН»» (Гончаров П.Л., Лубнин А.Н., Вавенков Н.В., Советов В.В.). Родословная: ППГ-38// "Б" (Мексика) х *Новосибирская 22*. Рекомендован для возделывания в Алтайском крае, Кемеровской и Новосибирской областях. Разновидность *лютесценс*. Масса 1000 зёрен 36-43 г. Средняя урожайность в Западно-Сибирском регионе составила 27 ц/га, на 1 ц/га выше среднего стандарта. Максимальная урожайность 54 ц/га получена в 2001 г. в Тюменской области. Среднеранний, вегетационный период 80-90 дней, созревает одновременно со стандартными сортами или на 2-3 дня раньше. Устойчив к полеганию, превышает по этому показателю стандарты на 0,5-1,0 балла. Среднезасухоустойчив. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница. Восприимчив к твёрдой головне и стеблевой ржавчине. Сильновосприимчив к бурой ржавчине, мучнистой росе и септориозу (Госреестр селекционных достижений, 2018).

БУРЯТСКАЯ ОСТИСТАЯ (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.)).

Год включения в реестр: 2005. Регионы допуска: Восточно-Сибирский (11). Оригинаторы: Денисенко Г.А., Дудникова Ф.Я., Дубровская А.Г., Овчинникова Ю.М., Дарханова В.Г., Травкина Т.Н., Батоев Б.Б. и Разумовский А.Г. (ГНУ «БУРЯТСКИЙ НИИСХ»). Срок созревания (группа спелости) – среднепоздний (6). Родословная: *Бурятская 94* х *Одесская 66*. Рекомендован для возделывания в Республике Бурятия. Разновидность *эритроспермум*. Масса 1000 зёрен 36-40 г. Средняя урожайность в регионе – 2,1 т/га. Максимальная урожайность 5,2 т/га получена в 2004 г. в Иркутской области. Вегетационный период 86-96 дней. Засухоустойчив. Устойчив к полеганию. По хлебопекарным качествам – хороший филлер. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине и септориозу. Среднеустойчив к пыльной головне (Емельянов, 2015).

НОВОСИБИРСКАЯ 15 (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*)).

Зарегистрирован в Госреестре с 2006 г. по Уральскому, Западно-Сибирскому, Восточно-Сибирскому регионам. Оригинаторы: Лубнин А.Н., Вавенков Н.В., Советов В.В., Бахарева Ж.А. и Степочкина Н.И. Родословная: [(Безенчукская 98 х Иртышанка 10) х Тулунская 10] х Новосибирская 22. Разновидность *лютесценс*. Раннеспелый, вегетационный период 67-74 дня. Содержание белка 18,4 %, клейковины – 39,2 % с качеством 1 группы (70 ед. ИДК). Хлебопекарная оценка 4,3 балла. Сильная пшеница. Масса 1000 зёрен 40 г. Устойчив к пыльной головне, среднеустойчив к бурой ржавчине и мучнистой росе. По засухоустойчивости и жаростойкости сорт превосходит стандарт. Средняя урожайность 5,05 т/га (Госреестр селекционных достижений, 2018).

ПАМЯТИ ЮДИНА (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*)).

Год включения в реестр: 2011. Код сорта (идентификатор): 9154563. Оригинаторы: Инишева Э.А., Шатунова В.И., Юдин А.Е. и Юдин А.А. (ГНУ «Иркутский НИИСХ»). Регионы допуска: Восточно-Сибирский (11). Срок созревания (группа спелости) – среднеранний (4). Родословная: инд. отбор из сорта *Тулунская 12*. Включён в Госреестр по Восточно-Сибирскому (11) региону. Рекомендован для возделывания в Центральной и Южной зонах Иркутской области. Разновидность *лютесценс*. Масса 1000 зёрен 27-42 г. Средняя урожайность в регионе допуска – 2,19 т/га, на уровне стандартов. Максимальная урожайность 5,22 т/га получена в 2009 г. в Забайкальском крае. Среднеранний, вегетационный период 70-95 дней, созревает на 1-2 дня позднее сорта *Тулунская 12*. Устойчивость к полеганию хорошая. Среднеустойчив к засухе. Хлебопекарные качества на уровне хорошего филлера. Восприимчив к пыльной головне, септориозу, мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчинам.

ЮНАТА (Пшеница твёрдая яровая (*Triticum durum Desf.*)).

Год включения в реестр: 2011. Код сорта (идентификатор): 9154558. Оригинаторы: Мануйлова Г.М. и Юдин А.А. (ГНУ «Иркутский НИИСХ»).

Регионы допуска: Восточно-Сибирский (11). Срок созревания (группа спелости) – среднеранний (4). Родословная: *Харьковская 46* х *Сибирка местная*. Включён в Госреестр по Восточно-Сибирскому (11) региону. Рекомендован для возделывания в Центральной и Южной зонах Иркутской области. Разновидность *леукурум*. Масса 1000 зёрен 37-43 г. Средняя урожайность в регионе допуска – 2,22 т/га, на уровне стандартов. В рекомендуемых зонах возделывания Иркутской области прибавка к сорту *Тулунская 12* составила 0,41 т/га при урожайности 2,41 т/га. Максимальная урожайность 5,07 т/га получена в Иркутской области в 2009 г. Среднеранний, вегетационный период 79-96 дней, созревает на 2-3 дня позднее сорта *Тулунская 12* и на 4-5 дней раньше сорта *Жемчужина Сибири*. По устойчивости к полеганию превышает сорт *Тулунская 12* до 1 балла. Устойчивость к засухе на уровне стандарта. Макароны качества удовлетворительные. Умеренно устойчив к бурой ржавчине, умеренно восприимчив к мучнистой росе, восприимчив к септориозу. В полевых условиях пыльной головнёй поражается слабо.

ТУЛУНСКАЯ 11 (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.)).

Год включения в реестр: 2015. Код сорта (идентификатор): 8854500. Оригинаторы: Мануйлова Г.М. и Юдин А.А. (ГНУ «Иркутский НИИСХ»). Регионы допуска: Западно-Сибирский (10), Восточно-Сибирский (11). Направление использования – сильная пшеница (с). Срок созревания (группа спелости) – среднеранний (4). Родословная: *АНК 14А* х *Тулун 15*. Разновидность *эритроспермум*. Вегетационный период 78-89 дней, средняя урожайность в Восточно-Сибирском регионе 2,23 т/га, максимальная – 5,62 т/га (получена в Красноярском крае в 2012 г.). Масса 1000 зёрен 32-37 г. Натура зерна – 785-790 г. Выравненность 78-80 %. Содержание сырой клейковины 43,5 %, сырого протеина 15,0 %. Сила муки 385 е.а. Объём хлеба 690 мл. Устойчивость к полеганию 4,9 балла. Среднезасухоустойчив. Хлебопекарные качества на уровне хорошего филлера. Восприимчив к бурой ржавчине, мучнистой росе, корневым гнилям. Поражённость пыльной головнёй 0,06 % (Юдин, 2017).

АЛТАЙСКАЯ 70 (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*)).

Оригинаторы: ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АЛТАЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ», ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН». Год включения в реестр: 2011 г. Регион допуска: Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный. Рекомендуемые зоны возделывания: лесостепная, предгорная и подтаёжная зоны Алтайского края, Западной и Восточной Сибири. Происхождение: двукратный инд. отбор из гибрида *Алтайская 98* х *Алтайская 325*. Разновидность: *lutescens*. Масса 1000 семян 32-45 г. Средняя урожайность по результатам госсортиспытаний в регионах допуска – 24,7 ц/га, на 2,1 ц/га выше среднего стандарта. В Алтайском крае прибавка к стандарту *Алтайская 98* составила 1,3 ц/га, в рекомендуемых зонах Красноярского края – 3,3 ц/га к стандарту *Новосибирская 29* при урожайности 16,8 и 34,4 ц/га, соответственно. Максимальная урожайность 56,3 ц/га получена в 2008 г. в Красноярском крае. Сорт среднеранний, вегетационный период от всходов до восковой спелости 74-79 дней, что на 1-2 дня позднее стандарта *Алтайская 98*. Устойчивость к полеганию хорошая. Устойчив к осыпанию, к прорастанию на корню и в валках. Среднезасухоустойчив, превышает по этому показателю стандарты до 1 балла. Восприимчив к твёрдой головне, септориозу, корневым гнилям; сильновосприимчив к бурой ржавчине и мучнистой росе. В полевых условиях сильно поражался пыльной головнёй. За счёт хорошего кущения и устойчивости к шведской мухе формирует густой стеблестой. Относится к сортам интенсивного типа. Хлебопекарные качества хорошие. Содержание белка 16,5-17,3 %, клейковины – 36,8-47,5 %, сила муки 459-530 е.а. Общая хлебопекарная оценка 3,61-4,11 балла. Ценная пшеница (Госреестр селекционных достижений, 2018).

КАНСКАЯ (Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum L.*)).

Включён в Госреестр в 2019 г. по Восточно-Сибирскому (11) региону. Оригинатор: ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

«КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН». Разновидность *лотесценс*. Масса 1000 зёрен, в среднем, от 33,4 до 36,2 г. Средняя урожайность по сортоучасткам 22,8 ц/га, прибавка к стандартному сорту *Тулунская 11* 2,3 ц/га, с учётом критерия достоверная прибавка 1,5 ц/га (критерий 0,81). Максимальная урожайность 43,9 ц/га получена на Нижнеудинском ГСУ в 2017 г. Высокая урожайность также получена на Куйтунском ГСУ до 32,4 ц/га, на Иркутском ГСУ – до 31,5 ц/га. Сорт среднеранний. Созревание дружное. Вегетационный период, в среднем, 84 дня на уровне стандарта *Тулунская 11*. По устойчивости к полеганию незначительно уступает стандарту (Куйтунский и Нижнеудинский ГСУ). Среднезасухоустойчив. Хлебопекарные качества хорошие. По характеристике ценная пшеница. Стекловидность 51 %. Содержание клейковины до 31 %. Общая хлебопекарная оценка 4 балла на уровне стандарта. В отдельные годы может чуть превышать или уступать стандарту в зависимости от метеоусловий. Всхожесть семян до 97 %. Слабовосприимчив к поражению септориозом, бурой ржавчиной. В полевых условиях пыльной головнёй поражался средне (Государственный реестр селекционных достижений. – URL: <http://reestr.gossort.com/reestr/culture/2>).

Из описанных сортов нами в качестве объектов исследования выбраны шесть: *Тулунская 11*, *Памяти Юдина* и *Юната* (класс качества – сильные пшеницы, группа спелости – среднеранние); *Ирень* и *Новосибирская 15* (ценные, раннеспелые) и *Бурятская остистая* (филлер, среднепоздний) (Госреестр селекционных достижений, 2018). Выбор данных сортов для исследования обусловлен тем, что они выдают стабильно хорошую по годам урожайность на местных сортоучастках, по ним постоянно ведётся семеноводство в Иркутском НИИСХ и их семенной материал высокого посевного качества наиболее доступен для проведения полевого опыта.

1.4 Состояние изученности влияния минеральных удобрений и гербицидов на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы

Опыт мирового земледелия и исследования, проведённые в Сибири, доказывают необходимость применения средств химизации для повышения продуктивности и улучшения качества продукции зерновых культур, среди которых яровая пшеница занимает главенствующее положение.

Проблеме повышения продуктивности и качества зерна пшеницы в суровых погодных условиях резко континентального климата Восточной Сибири в зоне рискованного земледелия посвящены работы многих исследователей. Среди них следует выделить таких корифеев агрохимических исследований в Сибири как Прянишников Д.Н. и Писарев В.Е., в Иркутской области – Угаров А.Н., Кузнецова А.И., Крестьянинова Н.Г., Глянко А.К., Мальцев В.Т., Житов В.В., Хуснидинов Ш.К.

Слабое развитие корневой системы яровой пшеницы, в сравнении с другими зерновыми культурами, вынуждает её предъявлять повышенные требования к плодородию почвы. Поэтому обязательным условием для получения высоких урожаев данной культуры является применение минеральных удобрений (Актуальные приёмы адаптивной агротехники..., 2017; Сорокина, 2015; Heiggs, et al., 2000).

Основатель отечественной агрохимии академик Д.Н. Прянишников (1931) полагал, что непрерывное повышение урожаев возможно при возврате в почву 75-80 % азота, 120-180 % фосфора и 100-110 % калия. Согласно мнению учёного, удобрения выполняют следующие основные функции:

- обеспечивают питательными веществами растения;
- усиливают мобилизацию питательных элементов в почве;
- повышают энергию жизненных процессов в почве и растениях;
- изменяют свойства почвы.

В России в 1920-1930 гг. созданные химические лаборатории занимались разработкой методов получения известных тогда средств

химизации и поиском новых. В 1932 г. уже обрабатывалось свыше 30 млн. га сельскохозяйственных угодий и 3380 тыс. т зерна.

Из года в год росли масштабы применения и расширялся ассортимент ядохимикатов (химических средств защиты растений). В связи с необходимостью подготовки агрономов со знанием свойств препаратов и особенностей их применения, по инициативе Д.Н. Прянишникова, впервые в 1945 г. был введён курс «Химическая защита растений» для студентов Московской сельскохозяйственной академии (МСХА) (Зинченко, 2005).

Писарев В.Е., являясь заведующим Тулуновским опытным полем с 1913 г., заложил начало селекционной работы по созданию ценных сортов сельскохозяйственных культур, в том числе скороспелых и урожайных сортов яровой пшеницы (*Балаганка*) в Иркутской области в 1923 г. (Писарев, 1951).

Данные полевых исследований проф. А.И. Кузнецовой (1964) подтверждают эффективность внесения умеренных доз азотных удобрений (45-60 кг/га) в годы, благоприятные по метеорологическим условиям, выражающаяся повышением урожая на 0,8-1,0 т/га.

По мнению проф. А.Н. Угарова (1965), минеральные удобрения оказывают значительное влияние на рост и развитие растений, формирование элементов структуры урожайности, от которых, в конечном итоге, зависит продуктивность пшеницы. Из результатов его исследований следует, что азотные удобрения резко повышают урожай яровой пшеницы на всех почвах Иркутской области и даже в тех случаях, когда её высевают по чистым парам при внесении в умеренных дозах (30-60 кг/га) при ранних сроках сева. Фосфорные и калийные удобрения дают высокие прибавки урожая только на фоне азотных туков и на полях с высоким содержанием нитратного азота (чистые пары, пласт многолетних бобовых трав и т. д.) (Угаров, 1974).

Опыты, проведённые Н.Г. Крестьяниновой (1978) по эффективности минеральных удобрений при внесении под яровую пшеницу сорта *Скала*, показали, что содержание питательных веществ в зерне пшеницы зависело от

предшественника. В большей степени это сказалось на количестве сырого протеина (13,1 %), содержащегося в зерне урожая, выращенного по пару.

Исследования, предпринятые В.Т. Мальцевым (2001), показывают, что систематическое применение азотных удобрений не только повышает урожайность пшеницы, но и значительно улучшает качественные показатели продукции. Так, белковость зерна под влиянием азота возрастает на 1,3-2,8, а содержание клейковины – на 2,5-6,0 %. Только в сочетании с азотными удобрениями фосфорно-калийные туки положительно влияют на величину урожая и качество зерна пшеницы. Кроме того, применение удобрений смягчает негативное действие неблагоприятных погодных условий.

У растений пшеницы имеется потребность в микроэлементах, встречающихся в ней в малых количествах (Буссенго, 1936). Для цели восполнения недобора в этих веществах до оптимального уровня служат минеральные удобрения.

Экспериментально установлено положительное действие удобрений на улучшение плодородия почвы и получение высокой урожайности зерна пшеницы и ячменя (Дмитриев, Гамзиков, 2015).

При рациональном использовании минеральных удобрений урожайность пшеницы повышается на 30-60 % и более (Дмитриев, 2008).

Регулирование азотного режима почвы – одно из важнейших направлений повышения продуктивности яровой пшеницы. Внесение минеральных удобрений способствует росту содержания нитратного азота в почве к фазе всходов на 28,3 %, кущения и уборки – на 59,1 и 60,0 % при возделывании по паровому предшественнику. В свою очередь, содержание нитратного азота в почве соответственным образом отражается на урожайности (прибавка 57,1 % к контролю) и содержании белка (14,6 %) в зерне яровой пшеницы. Установлено, что применение средств химизации по чистому пару уменьшило влияние предшественников (Сотпа, 2021).

Многолетнее бесменное применение одной и той же формы азотного удобрения на одном и том же месте заметно снижает эффективность

вносимого азотного удобрения. Как показали полевые исследования на серых лесных тяжелосуглинистых почвах со средним уровнем плодородия, яровая пшеница наиболее отзывчива на амидные и аммиачно-нитратные формы азотного удобрения (Фадькин и др., 2020).

Насколько верно будет произведён расчёт необходимой дозы азота в форме селитры, настолько ожидаемо повысится урожайность зерна, учитывая количество усвояемого азота для нечернозёмных почв (Прянишников, 1945).

Несмотря на то, что вынос питательных элементов пшеницей с урожаем значительно ниже по сравнению с содержащимися в почве веществами, эти вещества во время вегетации часто находятся в трудноусвояемом виде, что ограничивает использование их растениями. Кроме того, в растение наряду с необходимыми поступают и вредные вещества (Прянишников, 1931).

При современной урожайности полевых культур вынос макроэлементов с основной продукцией компенсируется минеральными удобрениями только на 10-23 %. Наиболее благоприятная для сельскохозяйственных культур интенсивность баланса азота – 80-110 %. При интенсивности баланса ниже 80 % происходит ухудшение агрофизических свойств почв в связи с усилением минерализации гумуса, снижение урожайности и качества продукции (снижение белка в зерне и ухудшение его технологических свойств). При интенсивности баланса более 110 % усиливается денитрификация и вымывание азота, потери обменного и водорастворимого кальция, закисление почв, нитратное загрязнение продукции растениеводства (Державин, 2011).

Применение даже умеренных доз удобрений (до 40 кг/га) способствует повышению адаптации растений к стрессовым факторам, более эффективному использованию запасов почвенной влаги и осадков, стабилизирует во времени урожайность и поддерживает качество зерновых культур на достаточно высоком уровне (Завалин, 2005; Кудеяров, 2009).

Нынешний тренд в интенсификации земледелия связывается с развитием биотехнологий и повышением точности выполнения технологических операций. Однако, концепции биологизации земледелия, отрицающие применение минеральных удобрений, признаны несостоятельными, поскольку опытным путём доказана роль минеральных удобрений как системообразующего фактора земледелия и экологической оптимизации сельскохозяйственного природопользования (Кирюшин, 2019).

Одной из причин недобора урожая является сокращение внесения минеральных удобрений. Применение удобрений является решающим фактором роста плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственного производства (Белек, Соловьева, Порядина, 2017).

В результате резкого сокращения применения минеральных удобрений за последние 25 лет вынос питательных веществ с урожаем сельскохозяйственных культур превысил их поступление в почву в 2,4 раза (Алтухов, 2017).

Снижение плодородия почвы является следствием крайне низкого уровня применения удобрений, когда они не компенсируют постоянно отчуждаемые с товарной продукцией элементы питания (Никитин, Якунин, 2016).

Удобрения являются материальной основой урожая при любых технологиях. При доле влияния естественного плодородия 10 % и погодных условий 15 % роль удобрений в формировании высокого урожая пшеницы составляет около 40 %. Остальное влияние на урожай приходится со стороны всех других факторов (обработка почвы, защита растений, сортовые семена) (Сычев, Минеев, 2011).

Минеральные удобрения играют важную роль в повышении продуктивности регионального земледелия. В связи с переходом к рыночным условиям хозяйствования и сокращением посевных площадей произошло снижение уровня химизации земледелия в регионе. Вносимые дозы удобрений не компенсируют выноса элементов питания с урожаями

сельскохозяйственных культур. В почвах отмечается дефицит запасов питательных веществ и наблюдается отрицательный баланс макро- и микроэлементов. Увеличение объёмов применения минеральных удобрений с учётом агрохимических свойств почв будет способствовать воспроизводству плодородия региональных почв, повышению урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению качества растениеводческой продукции (Волошин, 2016).

Недостаточное содержание гумуса в почве и низкая обеспеченность таким микроэлементом, как сера, которая увеличивает коэффициент использования культурами соединений азота, фосфора, калия, вызывают необходимость в применении удобрений (Булыгин, 2007).

Эффективность удобрений зависит от плодородия почв, обеспеченности их подвижными формами питательных веществ, климата, биологических особенностей культур, удобренности полей, величины доз, способов внесения и влагообеспеченности посевов. В засушливых условиях эффективность удобрений в значительной степени снижается. Результаты полевых опытов, проведённых в условиях Сибири, показывают, что свыше 50 % прибавок урожая сельскохозяйственных культур приходится на азот. На каждый внесённый килограмм азота уже в первый год получают 5-10 кг зерна. Действие фосфорных удобрений зависит от обеспеченности пшеницы азотом. При низком содержании нитратного азота в почве внесение фосфорных удобрений под пшеницу невыгодно. Эффективность калийных удобрений проявляется, как правило, на фоне азотно-фосфорных (Танделов, 2012).

Оптимизация минерального питания для устойчивой продуктивности яровой пшеницы показывает, что по паровым предшественникам в годы с засушливой весной урожайность пшеницы, за счёт оптимизации по основным элементам питания путём их допосевого внесения, увеличивается по сравнению с контролем более чем на 50 %. Обеспечение растений азотным питанием в начальный период их роста (до кущения) в

экстремальные по влагообеспеченности годы повышает урожайность более существенно, чем в годы с нормальными условиями увлажнения относительно контрольного варианта (Житов, Дыня, Русакова, 2011).

Эффективность применения минеральных удобрений при традиционной технологии возделывания пшеницы становится тем выше, чем дальше от пара находится культура в зернопаровом звене. Наиболее высокая урожайность пшеницы яровой достигается по парам (1,78-2,28 т/га) (Попова и др., 2020).

Рациональное использование минеральных удобрений при нормальной влагообеспеченности растений на 30-40 % повышает урожайность сельскохозяйственных культур и улучшает качественные показатели растениеводческой продукции. Однако, несбалансированность удобрений по элементам питания, нарушение оптимальных сроков и способов их внесения приводят не только к уменьшению продуктивности культур, но и к снижению плодородия почв и ухудшению экологической обстановки в агроценозах (Державин, 1992).

Способ внесения удобрения под яровую пшеницу с экономической точки зрения наиболее целесообразный рядковый, при посеве с семенами. Кроме того, такой способ существенно повышает запасы подвижного фосфора и уровень его доступности для пшеницы, усиливает связь между элементами питания и запасами продуктивной влаги в почве (Галеева, 2011).

Интенсификация сельского хозяйства требует от науки научно-обоснованного применения минеральных удобрений под планируемые урожаи культур. В настоящее время ежегодно появляются новые сорта сельскохозяйственных культур интенсивного направления, система севооборотов и обработки почвы разрабатывается индивидуально для каждого хозяйства, появляются новые формы удобрений (Ерёмин, Моисеев, 2013).

Основными резервами повышения продуктивности и стабилизации производства качественного зерна яровой пшеницы в сибирском регионе

являются совершенствование структуры пашни, подбор предшественников, освоение ресурсосберегающих приёмов и систем обработки почвы, рациональное применение средств химизации, выращивание адаптивных сортов. Установлена чёткая закономерность: без использования средств химизации снижается урожайность зерна при удалении пшеницы от пара с 2,17 до 1,11 т/га, или на 48,8 % (Юшкевич, Щитов, Ершов, 2016).

Установлено, что в годы последствий урожайность яровой пшеницы снижалась при низких и умеренных дозах удобрений и повышалась при интенсивном их применении. Эффективные, экологически безопасные дозы минеральных удобрений составляли $N_{60}P_{60}K_{60}$ и обеспечивали прибавки урожайности яровой пшеницы к контролю 74 % (Мерзлая, Понкратенкова, Гаврилова, 2019).

Полевыми исследованиями установлено, что при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в. на 1 га прибавка урожая яровой пшеницы достигает 0,55-0,63 т/га. С увеличением доз удобрений заметно улучшаются качественные показатели зерна изучаемых сортов пшеницы: увеличиваются масса 1000 зёрен, натура и стекловидность зерна, содержание клейковины и белка в них (Султанов и др., 2019).

Кроме того, внесение дозы N_{60} способствует повышению высоты растений на 8,1-9,2 см, однако период вегетации при этом удлиняется на 3-4 дня (Sultanov, Yudin, Gabdrakhimov, 2021).

Критически малое внесение минеральных и органических удобрений делает зерновое производство до 90 % экстенсивным (Юшкевич, Щитов, Пахотина, 2019).

Изучение эффективности приёмов интенсификации (применения удобрений, гербицидов, фунгицидов) возделывания яровой пшеницы в лесостепной зоне показало, что на фоне гербицидов и удобрений яровая пшеница значительно превышает по урожайности и качеству зерна пшеницу, возделываемую без средств химизации (Гилев и др., 2020).

Проблемы с производством высококачественного зерна не решены в

нашем регионе до сих пор. По данным Федерального центра оценки безопасности, качества зерна и продуктов его переработки, по Иркутской области, в среднем за 2016-2018 г.г., при оценке 51 % зерна от валового сбора (2579 тыс. т) продовольственная пшеница составила 82,4 % с преобладанием 3 класса (47,7 %). Зерно пшеницы 1 и 2 классов отсутствовало, как и в предыдущие годы (Мелешкина, 2018).

Агротехнические приёмы, особенно внесение азотных удобрений, резко повышают содержание белка в зерне пшеницы. Белки, как и крахмал, зола и жир, определяют пищевые достоинства муки (Смирнов, 1938).

Минеральное питание пшеницы оказывает влияние на белковость зерна. Большой эффект, чем другие элементы, здесь оказывает азот (Левицкий, 1936).

Концентрация белка в зерне и муке, как правило, увеличивается после внесения азотных удобрений в большинстве типов почв (X. Gao, et al., 2012).

Использование минеральных удобрений на чернозёме обыкновенном при возделывании яровой пшеницы оказывает влияние только на накопление азота, содержание которого в зерне пшеницы возрастает в 1,2 раза, что положительно отражается на формировании белка (Труфанова, 2019).

Между тем, избыточное количество азота в почве ведёт к мощному вегетативному росту пшеницы, к сильной кустистости её и полеганию. В результате ухудшается качество зерна, оно становится щуплым и снижается урожайность, поскольку в засушливых условиях корневая система отстаёт в развитии от надземной массы, что не обеспечивает нормального влагообеспечения последней. И напротив, недостаток азота способствует более сильному росту корневой системы и вызывает пожелтение и отмирание листьев пшеницы (Дорохов, 1959).

Кроме того, использование повышенных доз азотных удобрений не только снижает показатели качества зерна, но и ведёт к увеличению себестоимости зерна и провокации усиленного роста сорных растений (Грязина, Кириллов, 2008).

Внесение азотных удобрений в оптимальных дозах оказывает положительное воздействие на содержание белка и клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы (Минеев, 2005; Романов, Демиденко, 2020).

Основным показателем, определяющим хлебопекарные свойства муки, является клейковина – упругое эластичное вещество, содержащее, кроме белков (88 %), жир, крахмал, сахар (Смирнов, 1938).

Полевыми исследованиями выявлено, что на содержание клейковины в зерне в равной степени влияют предшественники и средства химизации, в меньшей – система обработки почвы (Олешко, Яковлев, Гаркуша, 2011).

Применение минеральных удобрений способствует значительному повышению количества клейковины (на 4,0-4,7 %), причём зерно раннеспелых сортов (*Новосибирская 15*) содержит больше клейковины и белка по сравнению с зерном среднеспелых сортов (Белкина, Масленко, 2012).

Другой раннеспелый сорт яровой пшеницы *Ирень* в условиях Тюменской области положительно отреагировал на внесение минеральных удобрений повышением урожайности до уровня 5,0 т/га, рентабельности – до 139,5 % и качества зерна, пригодного для хлебопекарной промышленности (Kazak, Yakubyshina, Loginov, 2019).

Усиленным фосфорно-калийным питанием можно увеличить у позднеспелых сортов отток питательных веществ из листьев в колос, повысить синтез сахаров и улучшить качество зерна (Калинкевич, 1954).

Калий поддерживает интенсивный рост растения, сглаживает реакцию последнего на крайние колебания температуры и влаги в почве, оказывает позитивное влияние на формирование корневой системы пшеницы, а совместно с фосфором улучшает усвоение ею азота. Недостаток калия в почве ведёт к ухудшению качества зерна, снижению его натурности и падению урожайности (Колосов, 1950).

На качество зерна фосфорное питание благотворно воздействует, в отличие от азотного, на другие его показатели: увеличивается мучнистость

зерна даже у твёрдых сортов пшеницы, что свидетельствует о меньшем содержании в нём азота по сравнению с роговидным (Носатовский, 1934).

Результаты многолетних исследований по влиянию комплексной химизации на показатели качества зерна (содержание сырой клейковины и массу 1000 зёрен) яровой пшеницы выявили, что при умеренном увлажнении вегетационного периода содержание сырой клейковины в зерне без средств химизации составило 32,2-33,6 % при её возделывании по чёрному пару, а на фоне комплексной химизации значительно увеличивалось, достигая 35,6-36,8 %. Наибольшие показатели по массе 1000 зёрен отмечались по парам (39,3-42,6 г), что гораздо выше зерновых предшественников – 33,0-38,1 г. В экстремальных погодных условиях прослеживалось достоверное влияние предшественников и средств химизации на содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы и массу 1000 зёрен (Синецков, Ткаченко, Васильева, 2013).

В сухие годы пшеница формирует зерно с высоким содержанием белка (11,9-14,1 %) и клейковины (28,2-33,3 %). Вклад средств химизации в воздействии на крупность и натуру зерна составляет 54,0-64,0 % (Цыганова, Грязина, 2010; Икусов и др., 2019).

Сорные растения наносят наибольший вред яровой пшенице. Болезни и вредители вызывают ощутимые потери урожая зерна лишь в отдельные годы, а вред от сорных растений проявляется ежегодно и многообразно (Денисов и др., 2014).

Серьёзную угрозу для растениеводства представляют сорняки, снижающие урожайность пшеницы, в среднем, на 23 %. Интеграция методов борьбы с ними – севооборот, обработка почвы, сроки и схема посева, гербициды и аллелопатия – делает борьбу с сорняками эффективной и устойчивой. Добавление подходящих адъювантов к гербицидной баковой смеси и использование надлежащих опрыскивателей остаются важнейшими приёмами в практике борьбы с сорняками (Iraj Nosratti, 2017).

Известно, что ежегодные потенциальные потери урожая зерновых

культур в Российской Федерации из-за засорённости оцениваются цифрой около 13 млн. т. Сорные растения снижают не только величину урожая, но и его качественные показатели. Кроме того, сорняки в посевах яровых зерновых культур создают помехи в процессе ухода за растениями и при уборке урожая. Это требует дополнительных затрат труда, материально-технических и финансовых ресурсов (Бекетов, Ивченко, Бекетова, 2010).

Недостаточный объём проводимых мероприятий по борьбе с сорной растительностью в посевах зерновых культур – одна из причин снижения их продукционной способности, как следствие уровня урожайности (Демиденко, Романов, 2016).

При широком внедрении энергосберегающих технологий обработки почвы, повышающим уровень засорённости посевов сельскохозяйственных культур, одним из эффективных средств борьбы с сорняками является применение гербицидов. Несмотря на большое видовое разнообразие сорных растений в посевах яровой пшеницы, применение баковой смеси позволяет уничтожить до 89 % количества сорняков (Липский, Пантюхов, Ивченко, 2018).

Засорённость посевов значительно увеличивается по мере минимизации обработок от 11,9 % по вспашке до 32,8 % по «нулевой» обработке. Применение гербицидов снижает засорённость на 92 % (Власенко и др., 2013).

Однако, развитие резистентности у сорных растений к воздействию гербицидов происходит вследствие несоблюдения ротации гербицидов с различным механизмом действия и отсутствия севооборота (Малышкин, 2021).

Обработка гербицидами в посевах яровой пшеницы проводится в фазе кущения, когда одно- и двухлетние сорняки находятся в стадии активного роста. В результате опрыскивания отмечаются достоверные прибавки урожайности до 0,31 т/га (Мануйлов, Щербинина, 2013).

Основными факторами, влияющими на видовой и количественный

состав сорного компонента, являются метеорологические условия, предшественник, система обработки почвы (Соболев и др., 2022).

Динамика численности и видовой состав сорных растений определяются погодными условиями в течение вегетационного периода. Наибольший эффект от применения гербицидов и их баковых смесей отмечен в период с 14-й по 30-й день после обработки (Содбоева и др., 2017).

В юго-восточном агроландшафтном районе лесостепной зоны Иркутской области в посевах зерновых культур сложился устойчивый тип сорно-полевой растительности, представленной 50 основными видами сорняков, в том числе: малолетних – 37, многолетних – 13. Основные виды сорняков включают: малолетние – овсюг, жабрей, марь белая, редька дикая, гречишка татарская и развесистая, капуста полевая, щетинник сизый и зелёный, просо куриное и сорное. Многолетние – пырей ползучий, осоты жёлтый и розовый, хвощ полевой, термопсис (Кунгурова, 2018).

При комплексном засорении посевов яровой пшеницы двудольными и мятликовыми сорняками эффективным приёмом является применение баковой смеси гербицидов (Горбачева и др., 2011).

Исследования показали, что без средств химической защиты растений в полях зернопарового севооборота идет постепенное накопление сорной растительности. Засорённость посевов существенно зависит от индекса увлажнения года. В засушливые годы (коэффициент увлажнения $<0,8$) засорённость полей составляет 8,9 %, а во влажные годы (коэффициент увлажнения $>1,2$) – 28,0 %. На интенсивном фоне для снижения засорённости применяется баковая смесь гербицидов один раз за вегетацию (Синещёков, Васильева, 2020).

Анализ длительных временных рядов урожайности ясно показывает, что гербицидные обработки обеспечивают повышение урожайного потенциала зерновых культур (Markéta Mayerová, et al., 2018).

Однако следует отметить, что гербициды, наряду со способностью поражать сорные компоненты агроэкосистем, могут уменьшать

биологическую продуктивность фитоценозов, загрязнять почву и быть фитотоксичными по отношению к самой культуре: уменьшать рост и развитие растения, нарушать обмен веществ, снижать урожай, ухудшать его качество, повышать наличие остатков гербицидов в урожае (Власенко, 2007).

На основании данных литературного обзора по степени изученности влияния минеральных удобрений и гербицидов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы можно сделать следующие обобщения:

1. Технологии возделывания яровой пшеницы в Иркутской области претерпевают значительные изменения с переходом их на более интенсивный и ресурсосберегающий характер применения средств химизации. Это предусматривает посев её по паровому предшественнику, подбор высокоурожайных сортов с высоким качеством зерна, рациональное применение средств химизации (минеральных удобрений и пестицидов) в научно-обоснованных с экономической и экологической точек зрения нормах.

2. Комплексное использование средств химизации является мощным приёмом интенсификации производства зерна пшеницы. На фоне гербицидов и минеральных удобрений яровая пшеница значительно превышает по урожайности и качеству зерна пшеницу, возделываемую без средств химизации. Доля их влияния в формировании продуктивности пшеницы достигает 40 %.

3. Формирование качественного продовольственного зерна требуемого объёма возможно при условии соответствия разработанной системы удобрений и защиты растений не только биологическим характеристикам, но и генетическим особенностям сорта с учётом степени засорённости посевов. Засорённость вызывает падение урожайности пшеницы, в среднем, на 23 %, а применение баковой смеси гербицидов при превышении сорными растениями экономического порога вредоносности в фазу кущения снижает её на 92 %.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатические условия лесостепной зоны

Основная часть территории области расположена на юге Средне-Сибирского плоскогорья. Водоразделы бассейнов рек Ангара, Лена, Нижняя Тунгуска имеют вид широких плато, вытянутых на север и до 600 м возвышающихся над уровнем моря. В сельскохозяйственном производстве используются плоские вершины и их пологие склоны на равнине шириной 50-150 км в предгорьях Саян, простирающейся полосой от Тайшета до Иркутска и имеющей более сглаженный рельеф (Гончаров, Крестьянинова, Савенкова, 1978).

Почвы Иркутско-Черемховской лесостепи представлены преимущественно дерново-карбонатными (60 %), серыми лесными (20 %), солонцеватыми и выщелоченными чернозёмами (10 %). Агрохимический состав пашни неоднороден по сельскохозяйственным районам: почвы Иркутского, Усольского и Зиминского районов особенно бедны по содержанию гумуса; половина пахотных угодий страдает от недостатка обменного калия; фосфор находится в пределах средней и повышенной обеспеченности в почве (Кузнецова, 1964).

По агроклиматическим показателям указанные районы считаются недостаточно тёплыми, слабоувлажнёнными, с коротким безморозным периодом. Гидротермический коэффициент (показатель тепловлагообеспеченности), в среднем по сухостепной зоне за многолетний период, составляет 1,3 (Адаптивные технологии..., 2015).

Иркутская область (Предбайкалье) расположена в центре Азиатского материка, между $51^{\circ}8'$ - $64^{\circ}9'$ северной широты и $95^{\circ}4'$ - $111^{\circ}10'$ восточной долготы на юге Средне-Сибирского плоскогорья. Она простирается с севера на юг и с запада на восток, соответственно, на 1,5 и 1,3 тыс. км. Общая площадь территории области составляет около 77486 тыс. га, или 4,6 %

территории России (Мальцев, 2001).

К земельному фонду Иркутской области относятся леса (84 %), на сельскохозяйственные угодья приходится 3,4 %, в том числе на пашню 1,9 %, или 2565 тыс. га. и 1500 тыс. га., соответственно. Сельскохозяйственные угодья Приангарья имеют высокую распаханность. Удельный вес пашни составляет 59 %, вес сенокосов и пастбищ 42 %. Наиболее развито сельское хозяйство в южной части региона (Инновационные технологии..., 2021).

Почвенный покров, существенно влияющий на получение сельскохозяйственной продукции, представлен на опытном поле Иркутского НИИСХ серыми лесными, болотными и луговыми почвами. Первые имеют остаточные признаки подзолистости и распространены на вершинах, верхних и средних частях склонов холмов. По нижним частям склонов, долинам и поймах рек формируются луговые и лугово-чернозёмные почвы. Сформировался почвенный покров на продуктах выветривания юрских коренных пород, преимущественно тяжелосуглинистого и среднесуглинистого механического состава (Технологии возделывания полевых культур..., 2020).

Основными почвами, используемыми для исследования, являются серые лесные тяжелосуглинистого состава, которые представлены тремя подтипами: светло-серыми, серыми и тёмно-серыми.

Изучением почвенного покрова в Иркутской области занимались А.И. Кузнецова (1964), И.В. Николаев (1949), Б.В. Надеждин (1961) и др. По их мнению, почвы Иркутской области отличаются от почв европейской части более высокой степенью насыщенности основаниями и высоким содержанием глинистых частиц.

Генетическая особенность почвенного покрова Сибири характеризуется неоднородностью плодородия почвенного покрова в пределах небольшого участка, многократно усиленной антропогенным фактором. Новые технологии учёта урожая и мониторинга плодородия пашни выявили, что на разных участках одного поля формируется урожай

различной величины и качества при равных дозах удобрений и единой системе обработки почвы (Абрамов Н.В., Шерстобитов, Абрамов О.Н., 2014).

В составе пахотного фонда Предбайкалья наибольшее распространение имеют серые лесные – 47,7 % и дерново-карбонатные почвы – 35,5 %. Чернозёмные почвы занимают – 7,4 %, лугово-чернозёмные – 3,2 %, пойменные – 2,4 %, дерново-подзолистые – 1,9 %, луговые – 1,6 %, прочие – 0,3 % от общей площади пашни (рис. 1).

По природным факторам Иркутская область делится на три сельскохозяйственные зоны: лесостепную, остепнённую лесостепь и подтаёжно-таёжную.

Пахотные угодья лесостепной зоны занимают значительные пространства и имеют преобладающий удельный вес (60 % и более). Они расположены вдоль транссибирской железнодорожной магистрали от Иркутска до Тулуна, включая юг Братского района и правобережье верхнего течения Ангары. Преимущественное распространение в этой зоне имеют серые лесные почвы 59 %, дерново-карбонатные занимают 20 %, чернозёмы около 8 %, дерново-подзолистые 1 %.

Серые лесные почвы формируются на делювии юрских песчаников под сосновыми, лиственнично-сосновыми и мелколиственными травяными лесами на четвертичных осадках.

По мнению О.В. Макеева (1959) и В.А. Кузьмина (1988) эти почвы преобразовались из дерново-слабоподзолистых почв под воздействием таёжной растительности в лесостепную.

По содержанию гумуса в перегнойном горизонте выделяются три их подтипа: светло-серые, серые и тёмно-серые. В светло-серых гумуса содержится до 3 %, в серых – 3-5 %, в тёмно-серых – более 5 %. Важным морфологическим признаком серых лесных почв является мелкокомковатая структура. Преобладают, в основном, тяжелосуглинистые разновидности: тяжёлый суглинок, средний и лёгкий.

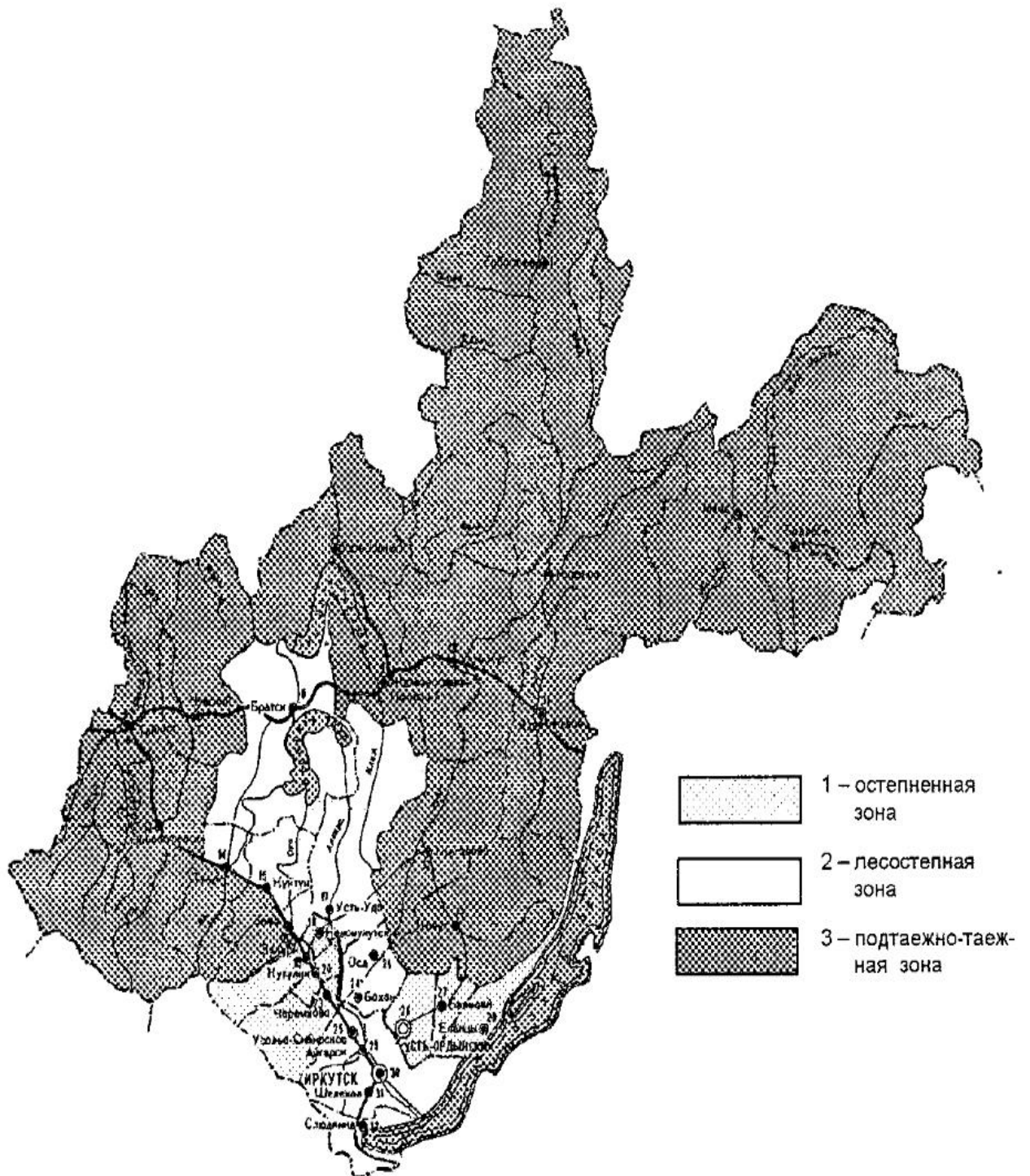


Рисунок 1 – Почвенно-климатические зоны Иркутской области

Уменьшение запасов гумуса в пахотных почвах связано с сокращением поступления растительных остатков, а также усилением процессов минерализации, эрозии и дефляции вследствие механической обработки почвы (Юшкевич, Щитов, Ершов, 2016).

Рельеф территории области разнообразен. Наибольшая часть территории в пределах южной части средне-сибирского плоскогорья,

ограниченного на юго-западе горными массивами восточного Саяна, а на юго-востоке горными подножиями прибайкальских хребтов, резко падающих к глубокой Байкальской впадине. Северо-восток занят Северо-Байкальским и Патомским нагорьями.

Наиболее выполнен рельеф, изменяющий характер всхолмленной равнины, в пределах предсаянской впадины. Средне-Сибирское плоскогорье, в целом – это сильно расчленённые эрозией столовые возвышенности, часто имеющие вид хребтов.

Всхолмленная древняя равнина приподнята на юго-востоке до 600-1000 метров над уровнем моря и постепенно опускается к северу до 200-250 м.

Общий наклон территории с юго-востока на северо-запад и на север определил и направление речной сети: все реки текут, в основном, на север и северо-запад. Наиболее благоприятной по ландшафтам является предсаянская впадина, где и сосредоточена основная земледельческая часть региона (Иркутск – Тайшет, Иркутск – Братск, Иркутск – Качуг).

Рельеф этой территории более ровный, абсолютные высоты находятся в пределах 400-500 м. Междуречья, сложенные главным образом юрскими песчаниками, значительно сnivelированы. Низкие плоские водоразделы большей частью распаханы, а их пониженные части заболочены. В целом вся территория впадины – слабо расчленённая равнина со спокойным увалистым мезорельефом, удобным для сельскохозяйственного использования. Здесь большая часть территории относится к лесостепи, а также к подтайге и незначительная часть – к степи.

Наиболее благоприятными для хозяйственного пользования являются равнинные пространства с углами наклона поверхности менее 8°. Они занимают наибольшую площадь западнее реки Ангары (Солодун, 2012).

Растительность в Иркутской области ограничена и насчитывает лишь 22 вида культурных растений, из которых 8 видов являются продовольственными и 14 видов – кормовыми культурами.

Возделывание сельскохозяйственных культур экономически

целесообразно, если обеспеченность теплом вегетационного периода составляет 80 и более процентов, то есть 8 и более лет из 10.

В соответствии с потребностью в тепле сорта подразделяются на раннеспелые, среднеранние, среднеспелые, среднепоздние и позднеспелые. К растениям длинного дня относятся культуры рожь, пшеница, ячмень, овёс, капустные, горох, картофель; культуры короткого дня: кукуруза, просо, соя, тыквенные.

Наряду с температурой, существенное влияние на растения оказывают и осадки, как за период вегетации, так и за год в целом.

Важным критерием агроэкологической оценки растений является их способность переносить кратковременные заморозки на разных фазах роста и развития. К числу наиболее устойчивых к заморозкам культур в период всходов относятся пшеница, полевые капустные культуры, овёс, рожь, ячмень, горох. Плохо их переносят кукуруза, просо суданская трава, гречиха, фасоль.

В Иркутской области наиболее опасны ранние осенние (летне-осенние) заморозки. Они повреждают зерновые культуры, если приходят раньше, чем наступает восковая спелость зерновых, а теплолюбивые культуры гибнут. Поздние весенние конец мая и весенне-летние (май-июнь) также создают серьёзные проблемы.

Для различных групп растений характерны определённые уровни содержания воды в почве. Для пшеницы, ржи, ячменя, подсолнечника оптимум влажности находится в пределах 60-70 % НВ; для картофеля, гречихи, гороха, овса, кукурузы – 70-80 %. Эти показатели варьируют в зависимости от структурного состояния почв, их гранулометрического состава (Солодун, 2012).

Основные агрофизические и водные свойства серой лесной почвы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные агрофизические и водные свойства серой лесной почвы

Глубина взятия образца, см	Плотность почвы, г/см ³	Удельная масса, г/см ³	Общая порозность, %	Наименьшая полевая влагоёмкость, мм	Влажность завядания, мм
0-10	1,14	2,62	56,0	32,4	11,0
10-20	1,36	2,62	48,0	31,8	1,9
20-30	1,34	2,62	49,0	30,2	12,6
30-40	1,24	2,68	54,0	30,4	1,3
40-50	1,38	2,75	50,0	25,7	8,2
50-60	1,44	2,76	48,0	23,8	9,2
60-70	1,54	2,74	44,0	22,2	8,4
70-80	1,49	2,75	45,0	21,0	9,4
80-90	1,59	2,78	43,0	22,2	10,0
90-100	1,48	2,77	47,0	24,8	9,7

Территория Восточной Сибири относится к регионам с низким агроклиматическим потенциалом (короткий вегетационный период, малое количество осадков, недостаточная теплообеспеченность, заморозки, частые засухи и т. д.). Климат лесостепной зоны Иркутской области резко континентальный, с большими колебаниями температуры воздуха, с малым количеством осадков зимой, сравнительно обильными осадками летом и коротким безморозным периодом (Технологии возделывания полевых культур..., 2020).

Резкую континентальность климата зоны определяют географическое положение, значительная удалённость и орографическая изоляция от морей умеренных и южных широт. Зона, как и вся область в течение холодного периода года, находится под воздействием сибирского антициклона, что обуславливает преобладание ясной и тихой погоды с сильными морозами и невысокий снежный покров. Абсолютная амплитуда колебаний температуры воздуха составляет 80-90 °С (Агроклиматический справочник, 1962).

Среднегодовая температура воздуха на территории зоны отрицательная, за исключением отдельных районов. На общем фоне сурового континентального климата побережья озера Байкал выделяются и более

тёплые районы.

Переход среднесуточной температуры через 0 °С в некоторых районах происходит 12-20 апреля, на севере области – 24-28 апреля. Число дней с температурой выше 5° С и есть показатель продолжительности вегетационного периода, который равен 140-150 дням в остепнённой лесостепи и лесостепи.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С происходит после 22 мая, осенью – в начале сентября. Этот период составляет 90-110 дней. Сумма активных температур за этот период времени меняется в довольно широких пределах: в остепнённой лесостепи – 1400-1650, в лесостепи – 1500-1700.

По температурному режиму в области выделяют три зоны возделывания сельскохозяйственных культур: холодную, с суммой активных температур 1400 °С, пригодную для возделывания малотребовательных к теплу растений (многолетние травы); умеренно холодную – 1400-1600 °С, пригодную для возделывания раннеспелых сортов зерновых; сравнительно тёплую – 1600-1800 °С, позволяющую возделывать кукурузу на силос.

Среднемесячная температура воздуха в июле, самого тёплого месяца, колеблется от 18 до 11 °С и распределена более равномерно.

Предельно высокие температуры воздуха в регионе могут достигать +34-39 °С, в горных долинах +32-35 °С. Продолжительность тёплого периода (со среднесуточной температурой выше 0 °С) сравнительно невелика – 120-190 дней. Наибольшая средняя продолжительность тёплого периода наблюдается на юго-востоке Иркутской области в пределах Иркутско-Черемховской равнины, которая составляет 180-190 дней, наименьшая – на севере, северо-востоке области и в горных долинах – 150-160 дней. На остальной территории области его продолжительность составляет 170-180 дней.

Наиболее холодным месяцем в области и зоне является январь. Среднемесячная температура его колеблется от –30 до –35 °С на севере

области и $-16-18$ °С – на побережье озера Байкал. На большей части территории она составляет $-24-27$ °С. Предельно низкие температуры воздуха могут опускаться до $-60-64$ °С на севере области, на остальной территории – до $-55-56$ °С. Холодный период (со среднесуточной температурой воздуха ниже 0 °С) значительно длиннее тёплого, который продолжается 200-215 дней на севере области и в горных долинах, 175-180 дней – в юго-восточной части области и 180-200 дней – на остальной территории.

Относительная влажность воздуха имеет хорошо выраженный годовой ход. Наименьшие её значения (53-56 %) отмечаются в мае в лесостепных районах, увеличиваясь до 58-62 % по остальной территории.

Число сухих дней с относительной влажностью 30 % и ниже в любой из сроков наблюдений, в среднем за год, на основной территории области меняется незначительно (от 28 до 44 дней), исключение составляют Саяны и побережье Байкала (Хуснидинов, 2000).

Годовая сумма осадков в основных сельскохозяйственных районах Иркутской области колеблется от 300 до 450 мм, 80-85 % из них приходится на тёплый период года (май-сентябрь) и максимальное их количество выпадает в июле-августе. На холодный период (октябрь-апрель) приходится 20-25 % и они невелики, с минимумом в феврале-марте (8-9 мм).

Основной отличительной чертой погодных условий лесостепной зоны является засушливая весна и первая половина лета, в результате чего снижается урожайность. В мае и июне испарение с полей превышает количество выпавших осадков на 10-40 мм. Продуктивными считаются осадки, при разовом выпадении более 5 мм, при которых почва промачивается до глубины заделки семян.

При малом количестве зимних осадков снежный покров на большей части территории зоны составляет 40-50 см. Наиболее интенсивный рост высоты снежного покрова бывает в ноябре-декабре, а максимальной величины он достигает в марте.

Летом заморозки в большинстве районов зоны иногда бывают даже в июле. Ранние осенние заморозки наступают в первой декаде августа.

Глубина промерзания почвы в большинстве районов зоны превышает 2 м. Пахотный горизонт промерзает к ноябрю и оттаивает в конце апреля. Наиболее раннее оттаивание почвы отмечается в центральном и южном районах зоны. К началу мая, на глубину 10-15 см, почва прогревается на 5 °С, на 10 °С к началу июня и на 15 °С к концу июня. На глубину 1 метр почва оттаивает в первой декаде июня.

Наличие контрастных почвенно-климатических зон, которыми изобилует Иркутская область, с их динамикой влагообеспеченности, среднесуточных температур, пестроты почвенного плодородия и других факторов определяют целесообразность разработки совершенно иных приёмов возделывания сортов зерновых культур (Технологии возделывания полевых культур..., 2020).

Резкоконтинентальный климат региона оказывает большое влияние на вариабельность урожайности зерновых культур. Отсюда большое внимание уделяется экологической пластичности сортов, которую связывают с их способностью давать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических условиях (Гончаренко, 2005).

Фактор резкой континентальности климата существенно затрудняет механизм программирования всхожести семян. На территориях с высокими амплитудами колебаний температуры, вследствие вызываемых ими стрессов растений, практически невозможно обеспечить устойчивость результатов исследований процесса развития проростков до всходов по начальным данным (Романов, Мельникова, Беляков, 2019).

Многолетние полевые исследования выявляют, что урожайность и качество зерна значительно зависят как от сорта, так и от погодных условий. Лучшей урожайностью сорта яровой пшеницы отмечаются в благоприятный по погодным условиям вегетационный период (Зотикова, Сучкова, Березюк, 2013).

2.2 Гидротермические условия в годы исследований

Обстановка с климатом за последние годы становится всё более непредсказуемой, становясь аномальной и экстремальной, что выражается в усилении засушливости не только первой, но и последующих периодов продуктивного развития растений (Инновационные технологии..., 2021). В обстановке климатического хаоса характер распределения осадков и температурного режима по месяцам вегетационного периода выходит за рамки среднеголетних значений данных природных параметров, что требует внесения изменений в системы земледелия Сибири с учётом экстремальных погодных условий, экономических кризисов и передовых разработок научных учреждений (Актуальные приёмы..., 2019).

В годы проведения полевых исследований погодные условия вегетационных периодов 2016-2019 гг. характеризовались нестабильностью по температурному режиму и влагообеспеченности и различались по значениям данных показателей от среднеголетних. Были зафиксированы периоды с недостаточным увлажнением, с избытком и на уровне среднеголетних значений, что позволило интерпретировать усреднённые данные (рис. 2, 3 и прил. А).

Гидротермический коэффициент (ГТК) за период с мая по август в годы проведения эксперимента варьировался от 0,26 (сильная засуха) до 4,91 (избыточная влажность). Метеоусловия по месяцам вегетационного периода были недостаточно обеспеченными в мае (ГТК 1,00), слабозасушливыми в июне (ГТК 0,70), с повышенной влагообеспеченностью в июле (ГТК 1,51) и избыточно увлажнёнными в августе и сентябре (ГТК 1,79-4,91) (табл. 2).

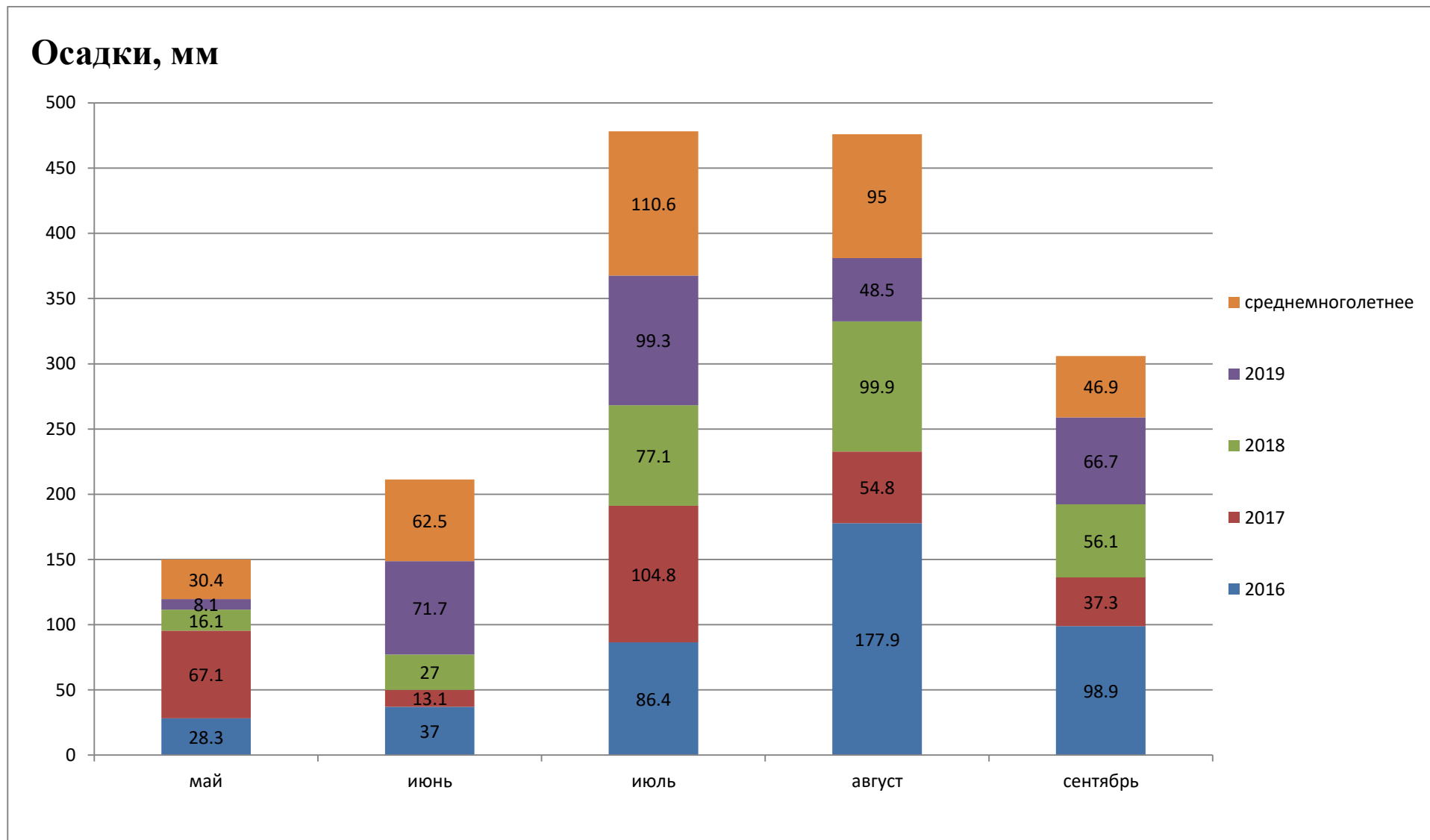


Рисунок 2 – Количество выпавших осадков за вегетационный период по годам исследований, мм

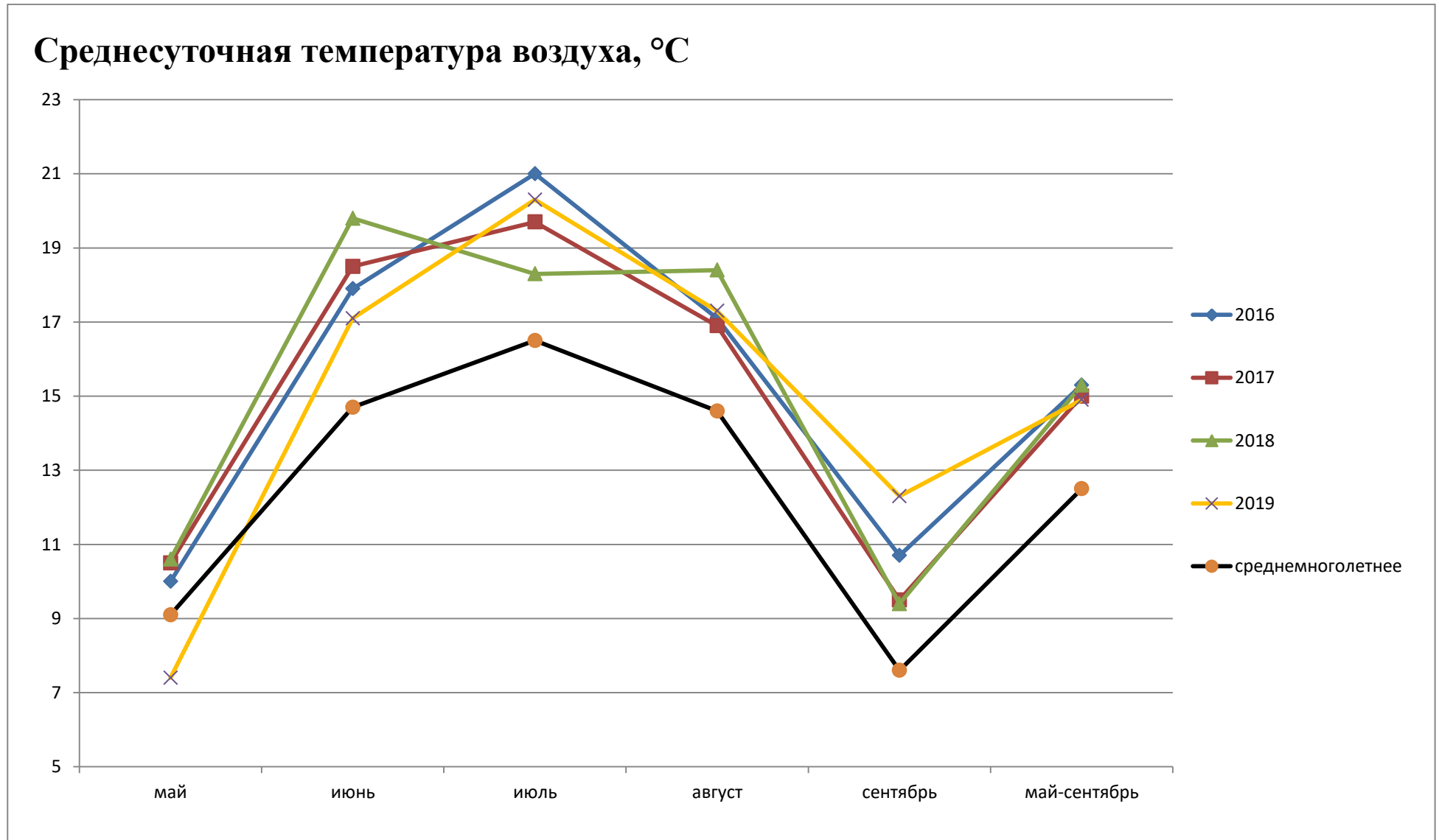


Рисунок 3 – Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период по годам исследований, °С

Таблица 2 – Гидротермический коэффициент вегетационных периодов по годам исследований (по данным метеопоста Иркутского НИИСХ)

Месяц	Декада	Год исследований				Среднее значение
		2016	2017	2018	2019	
Май	I	0,65	6,40	1,90	1,20	2,54
	II	2,44	1,80	0,26	0,50	1,25
	III	1,00	0,87	0,64	0,46	0,74
В целом за месяц		1,37	2,40	0,79	0,68	1,31
Июнь	I	0,30	1,10	0,33	0,97	0,68
	II	1,13	0,07	0,42	0,34	0,49
	III	0,58	0	0,58	2,78	0,99
В целом за месяц		0,69	0,24	0,45	1,42	0,70
Июль	I	2,24	2,95	2,50	0,18	1,97
	II	1,28	0,85	0,79	0,75	0,92
	III	0,43	1,47	0,93	3,92	1,69
В целом за месяц		1,33	1,71	1,40	1,59	1,51
Август	I	4,79	2,02	1,30	1,25	2,34
	II	4,07	0,31	0,07	1,20	1,41
	III	0,98	0,67	3,80	0,29	1,44
В целом за месяц		3,37	1,10	1,76	0,91	1,79
Сентябрь	I	12,9	2,70	0,96	3,06	4,91
	II	0	0,09	17,7	2,91	4,68
	III	0	-	5,9	0,57	1,62
В целом за месяц		4,30	1,89	4,04	2,26	3,12

Таблица 3 – Классификация степени засушливости по величине ГТК (по Г.Т. Селянинову, 1928)

ГТК	Категория засушливости
0,19 и ниже	очень сильная засуха
0,20-0,39	сильная засуха
0,40-0,60	средняя засуха
0,61-0,75	слабая засуха
0,76 и выше	отсутствует
0,76-1,10	недостаточное влагообеспечение
1,11-1,40	оптимальное влагообеспечение
1,41-1,50	повышенное влагообеспечение
1,50 и более	избыточное влагообеспечение

В 2016 и 2018 гг. в первой половине вегетации недостаточное количество выпавших осадков в дальнейшем повлияло на продуктивность пшеницы. В 2018 году удлинение периода от всходов до полной спелости вызваны избыточным увлажнением во второй половине вегетации. При типичном для Предбайкалья сроке посева (вторая декада мая)

прослеживается вероятность развития растений пшеницы в условиях недостаточного атмосферного увлажнения. Сравнительно большой урожай 2018 и 2019 годов, по нашему мнению, обусловлен тем, что растения на протяжении всего вегетационного периода не испытывали недостатка влаги и тепла. В период кущения происходит закладка элементов урожая, поэтому недостаток влаги в этот период оказывает негативное влияние на продуктивность, когда часть почвенной влаги испаряется ещё до посева. Таким образом, в случае низких запасов влаги следует приступать к высеву пшеницы в максимально ранние сроки. Посев пшеницы во второй декаде мая увеличивает зависимость урожая зерна от количества атмосферных осадков, выпавших в первой половине вегетационного периода.

Для роста и развития растений пшеницы из них одним из самых благоприятных был 2016 год (рис. 2, 3 и прил. Б). Безморозный период, в среднем за три года, составил 120 дней, среднемноголетнее значение по этому показателю – 98 дней. Сумма положительных температур воздуха выше 0 °С – 2345 °С, среднемноголетнее – 1875 °С. Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С за вегетационный период – 2333 °С, среднемноголетнее – 1838 °С. Сумма активных температур воздуха выше 10 °С превысила на 481 °С среднемноголетние показатели (1637 °С).

В 2017, 2018 годах лето было жаркое и засушливое. В 2017 году за вегетацию (с мая по август) выпало 239,8 мм осадков, но их распределение по месяцам и декадам было крайне неравномерным, что очень сильно повлияло на урожайность (рис. 1, 2 и прил. В). В мае выпало 67,1 мм осадков, а в июне всего 13,1 мм, что составило 21 % от нормы. В июле количество осадков было на уровне среднемноголетнего значения – 104,8 мм, а в августе – 54,8 мм, что составило 58 % от среднемноголетнего значения. Среднесуточные температуры вегетационного периода были на 3,5 °С выше среднемноголетних значений. Сумма активных температур воздуха выше 10 °С составила 2099 °С.

Условия 2018 года по количеству и распределению осадков (220,1 мм за период вегетации – 26 % ниже среднеголетних значений и дефицит осадков в мае-июне во время прохождения растениями фаз кушение-колошение – 46,6 % от среднеголетнего значения) были неблагоприятными для формирования высокой урожайности и хорошими для образования высококачественного зерна (рис. 2, 3 и прил. Г). С мая по сентябрь осадков выпало на 68,7-69,7 мм ниже, а сумма активных температур (выше 10 °С) на 405,8-461,8 °С выше среднеголетних показателей (1637 °С).

Оптимальные гидротермические условия для роста и развития растений яровой пшеницы сложились в 2019 г. (рис. 2, 3 и прил. Д). Вегетационный период с 227,6 мм осадков (на 23,8 % ниже нормы) и неравномерным их распределением оказался близок к 2018 году: май характеризовался недобором осадков (30 % от нормы) и температуры (на 1,7 °С ниже среднеголетней). Рост среднесуточных температур и количества осадков отмечен в июне: в I и II декадах этого месяца наблюдался их дефицит (77 и 35 % от нормы, соответственно), в III декаде – 52,9 мм. В июле выпало 99,3 мм, (или 90 % от среднеголетней нормы), в августе – в 2 раза меньше. Между тем, среднесуточная температура воздуха за вегетационный период превысила среднеголетние показатели на 2,4 °С. Гидротермический коэффициент при посеве в мае равнялся 0,5 (средняя засуха), к концу июня доходил до 2,78 (избыточное влагообеспечение) и опускался к концу августа до 0,29 (сильная засуха). Таким образом, можно отметить, что по количеству осадков на фоне высоких температур условия 2019 года были более благоприятными для формирования высококачественного зерна и урожайности, чем 2017 и 2018 гг.

2.3 Методика проведения исследований

Исследования выполнялись в течение 2016-2019 гг. на опытном поле ФГБНУ «Иркутский НИИСХ» с. Пивовариха, в лаборатории агрохимического анализа института и лаборатории качества зерна ФГБОУ ВПО «Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского».

Опыт закладывался в лесостепной зоне, где свойства почвы позволяют характеризовать её как серая лесная, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистая, со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя 0...20 см: содержание гумуса 4,4-4,8 % (по Тюрину, ГОСТ 23740-79); общего азота 0,18-0,20 % (по Гинзбургу, ГОСТ Р 58596-2019), нитратного азота N-NO₃ – 5,4-7,2 мг/кг почвы (ГОСТ 26951-86), P₂O₅ – 9,4-10,6 и K₂O – 7,8-8,6 мг/100 г почвы (по Кирсанову, ГОСТ Р 54650-2011); реакция почвенного раствора кислая, рН солевой вытяжки – 4,5-4,9 (ГОСТ 26483-850); сумма поглощённых оснований 7,6...8,0 мг-экв. на 100 г почвы (по Каппену, ГОСТ 27821-88), гидролитическая кислотность 10,3-11,2 мг-экв./100 г почвы (ГОСТ 26212-91), степень насыщенности основаниями – 68,4-72,1 % (Аринушкина, 1970).

Согласно схеме стационарного полевого опыта (табл. 4), экспериментальный участок общей площадью 3,78 га был разбит на 24 учётные делянки методом систематического расположения (Доспехов, 2011), каждая площадью 135 м² с тремя повторностями по 45 м².

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.

Таблица 4 – Схема стационарного полевого опыта

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 представлен шестью районированными сортами яровой мягкой и твёрдой пшеницы разных оригинаторов и групп спелости: раннеспелые – *Ирень* (Уральский НИИСХ) и *Новосибирская 15* (Сибирский НИИСХ), среднеранние – *Тулунская 11*, *Памяти Юдина* и *Юната* (Иркутский НИИСХ) и среднепоздний – *Бурятская остистая* (Бурятский НИИСХ) (Государственный реестр селекционных достижений, 2018).

Второй фактор в опыте – средства химизации, представленные уровнями минерального питания (N₆₀P₆₀K₆₀) 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).

Семена перед посевом протравливались препаратом Виал ТрасТ, ВСК с нормой 0,4 л/т. Минеральные удобрения вносили весной перед посевом вручную на соответствующие делянки опыта согласно схеме. Гербицидную обработку опытных делянок методом ранцевого опрыскивания проводили в фазе кущения пшеницы, когда одно- и двухлетние сорняки находились в фазе активного роста.

Почвенные образцы для определения влажности и содержания NPK отбирали в трёх местах каждой делянки с глубины 0-20 и 20-40 см в основные фазы развития пшеницы.

Качество зерна яровой пшеницы определяли по отдельным его показателям: содержание белка, количество и качество клейковины, стекловидность, натурная масса зерна и масса 1000 зёрен. Последний показатель приводили к стандартной влажности для сравнения полученных результатов между вариантами и по годам проведения опытов (ГОСТ 12042-80).

В опыте проводились следующие наблюдения, расчёты, учёты и анализы по соответствующим методикам:

1. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений – в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).

2. Влажность почвы в основные фазы развития растений – по почвенным горизонтам 0-20 и 20-40 см термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89).

3. Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия по этим же слоям почвы: нитратного азота – ионометрическим методом по ГОСТ 26951-86, подвижного фосфора и калия – по методу Кирсанова согласно ГОСТ Р 54650-2011.

4. Засорённость посевов в фазу кущения пшеницы и перед уборкой – методом количественно-весового учёта (Танский и др., 2002).

5. Расчёт доз минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ – в расчёте на планируемую урожайность яровой пшеницы (Абрамов, Семизоров, Шерстобитов, 2015).

6. Урожайность – методом поделяночной сплошной комбайновой уборки учётной части делянок комбайном Samro 500. Она приводилась к 14%-ной влажности (ГОСТ 13586.5-2015) и 100%-ной чистоте (ГОСТ 12037-81).

7. Мукомольно-хлебопекарные качества зерна – по общепринятым методикам: содержание белка – по Кьельдалю (ГОСТ 10846-91); стекловидность зерна – по ГОСТ 10987-76; натуру – по ГОСТ Р 54895-2012; массу 1000 зёрен – по ГОСТ 10842-89; количество сырой клейковины (ГОСТ Р 52554-2006) и её упругость (индекс деформации) определяли методом механического отмывания (ГОСТ Р 54478-2011).

8. Статистическую обработку экспериментальных данных – по методике Б.А. Доспехова (2011) и с помощью пакета StatSoft® STATISTICA 6.0 (Халафян, 2020) и прикладной программы Snedecor (Сорокин, 2012).

9. Экономическую эффективность возделывания изучаемых сортов яровой пшеницы по исследуемым уровням химизации – по технологическим картам с учётом применяемой технологии, фактической урожайности, сложившихся тарифов производственных расходов и цен реализации продукции.

10. Биоэнергетическую эффективность изучаемых сортов и уровней химизации – по совокупным затратам энергоресурсов на возделывание культуры и накоплению потенциальной энергии в урожае основной и побочной продукции (Коринец, 1985; Неклюдов, 1994).

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

3.1 Особенности роста и развития сортов

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений пшеницы исследуемых сортов с фиксацией наступления основных фаз развития и их продолжительностью выявили значительные отклонения по отдельным сортам и вариантам опыта (приложения З, И, К, Л).

Согласно результатам государственного испытания яровой пшеницы в условиях Иркутской области диапазон варьирования продолжительности вегетационного периода составляет у сортов: *Тулунская 11* – 78-89, *Ирень* – 77-93, *Бурятская остистая* – 86-96, *Памяти Юдина* – 70-95, *Юната* – 79-96, *Новосибирская 15* – 67-74 дня.

По полученным нами данным, длина вегетационного периода в среднем за 4 года исследования фактически составила: *Тулунская 11* – 83, *Ирень* – 79, *Бурятская остистая* – 95, *Памяти Юдина* – 84, *Юната* – 85, *Новосибирская 15* – 80 дней (табл. 5).

Таблица 5 – 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

В разрезе сортов по годам исследования указанные расхождения значений периода вегетации могут объясняться прямой их зависимостью от показателей ГТК, представленных выше в разделе 2.2, в течение основных фаз развития растений: чем выше гидротермический коэффициент и,

соответственно, влагообеспечение, тем более удлиняется вегетационный период. Наиболее выражена данная зависимость у сортов *Бурятская остистая* и *Новосибирская 15*.

Проведённые фенологические наблюдения за ростом и развитием растений пшеницы показали, что, в среднем за 4 года, полные всходы сортов *Новосибирская 15* и *Памяти Юдина* появились через 12 дней после посева. Всходы сортов *Ирень* и *Тулунская 11* показались через 15, *Юната* – через 17, а *Бурятская остистая* – через 18 дней с момента высева. Дальнейший рост растений отмечился соответствием наступления основных фаз развития сортов и межфазных периодов положениям Госсорткомиссии по сортоиспытанию яровой пшеницы (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1989).

В 2016 году к концу фазы всходов, вследствие недостатка влаги, отмечено пожелтение листьев у сортов *Тулунская 11*, *Ирень* и *Бурятская остистая*, причём у последней – менее выражено. На трёх остальных сортах этого явления не отмечалось. Заметное опережение в развитии стеблестоя и формировании колоса по всем вариантам опыта наблюдалось у растений сортов *Юната*, *Новосибирская 15* и *Памяти Юдина* по сравнению с тремя другими изучаемыми сортами.

В 2017 году 1 июня в начале фазе кущения существенных различий между сортами в росте и развитии растений не наблюдалось: высота растений – от 7 до 10 см. 8 июня: отставание в прохождении растениями сорта *Тулунская 11* фазы кущения вызвано подгоранием верхних листьев. В этот же срок наблюдения сорт *Новосибирская 15* отмечен очень выравненным посевом с высотой растений 9 см.

В 2018 и 2019 годах различия в росте и развитии растений по сортам не отмечены.

3.2 Засорённость посевов

Учеты засорённости в посевах сортов пшеницы показали, что состав сорных растений представлен как однолетними, так и многолетними двудольными видами. Двудольные сорняки включали: ширицу запрокинутую (*Amaránthus retrofléxus L.*), пикульник красивый (*Galeopsis speciose mell.*), редьку дикую (*Raphanus raphanistrum L.*), сурепку обыкновенную (*Barbaréa vulgáris R. Br.*), марь белую (*Chenopódium álbum L.*), аистник цикотовый (*Eródium cicutárium L.*), торицу обыкновенную (*Spergula vulgaris L.*), пикульник двунадрезанный (*Galeópsis bífida L.*), звездчатку среднюю (*Stellária média L.*), в том числе многолетние: осот полевой (*Sónchus arvénsis L.*), бодяк обыкновенный (*Cirsium vulgare L.*), хвощ полевой (*Equisétum arvénse L.*). Среди однолетних мятликовых присутствовали: щетинник сизый (*Setaria glauca (L.) Beauv.*), просо сорное (*Panicum capillare L.*), мышей зеленый (*Setaria viridis L.*) и овсюг (*Avena fatua L.*).

Общесреднее число сорняков составило 44,5 шт./м², в том числе многолетние 8,9 %.

Проведённые учёты засорённости (табл. 6) показали, что засорённость посевов яровой пшеницы, возделываемой по чистому пару, была близка к экономическому порогу вредоносности; различия между сортами были несущественными как по численности сорняков, так и по их доле в общей массе агрофитоценоза.

Таблица 6 – Засорённость посевов сортов яровой пшеницы в фазу кущения и перед уборкой (среднее за 2016-2019 гг.)

Сорт	Фаза кущения, шт./м ²	Перед уборкой	
		шт./м ²	доля в фитомассе, %
Тулунская 11	25	43	7,0
Ирень	27	45	6,9
Бурятская остистая	25	50	6,2
Памяти Юдина	23	46	6,5
Юната	24	42	6,3
Новосибирская 15	26	41	6,0
НСР ₀₅	3,5	4,3	1,9

Таким образом, засорённость посевов не зависела от возделываемых в опыте сортов яровой пшеницы.

3.3 Урожайность сортов

Урожайность – это объективный интегрирующий показатель, определяющий ценность хозяйственных и биологических свойств сорта. Урожай пшеницы формируется под воздействием сложного комплекса условий, каждое из которых оказывает влияние на его объём и качество зерна.

Урожайность исследованных сортов в контрольном варианте (без средств химизации) за период исследований представлена в таблице 7.

Таблица 7 – 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. 8).

Таблица 8 – 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 %).

В абсолютном выражении максимальную урожайность обеспечил среднепоздний сорт *Бурятская остистая* – 2,90 т/га. Среднеранние сорта *Памяти Юдина* и *Тулунская 11* и раннеспелый *Новосибирская 15* уступили ему, соответственно, на 22,8, 32,8 и 27,2 %. Наименьший валовый сбор зерна, в среднем за 4 года, получен от среднераннего сорта твёрдой пшеницы *Юната*. Раннеспелый сорт *Ирень* занял промежуточное положение с наилучшим для него значением 1,91 т/га в 2019 году.

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. Так, из всех годов исследования максимальную урожайность 3,48 т/га получена от сорта *Бурятская остистая* в опыте 2019 года с наиболее благоприятными гидротермическими условиями (прил. Д) в варианте с удобрениями и гербицидами, обеспечившими прибавку к контролю 20 %. Наименьшей продуктивностью 0,89 т/га в четырёхлетних наблюдениях отметился сорт *Юната* в варианте без химизации опыта 2018 года, характеризовавшегося жарким и засушливым периодом вегетации с количеством осадков на 19,8 % ниже и суммой активных температур на 26,5 % выше среднемноголетних показателей. Погодные условия вегетационного периода 2016 года (прил. Б) сформировали среднюю урожайность по всем сортам на уровне 1,81 т/га, что лишь на 12,1 % ниже подобного показателя 2019 года (2,06 т/га), лучшего из всех лет исследований по продуктивному валовому сбору зерна для испытанных сортов (кроме *Новосибирской 15* и *Тулунской 11*). Метеорологические условия этого года зафиксированы наиболее оптимальными среди всех четырёх лет наблюдений. Сорта *Новосибирская 15* и *Тулунская 11* проявили наибольшую продуктивность в

течение вегетационных периодов 2016 и 2017 годов, соответственно.

В 2017 году, влагообеспечение периода выращивания которого составляло 21 % от нормы, а среднесуточные температуры воздуха превышали на 3,5 °С среднемноголетние значения (прил. В), наблюдалась минимальная из всех сортов урожайность зерна 0,92 т/га у сорта *Юната*, максимальная – у сорта *Бурятская остистая* (2,57 т/га), на третьем месте – *Тулунская 11* с 1,95 т/га.

3.4 Структура урожая

Урожайность складывается из ряда составляющих элементов продуктивности, таких как: продуктивная кустистость, длина колоса, число колосков в колосе, число зёрен и масса зерна с главного колоса, масса 1000 зёрен, количество продуктивных стеблей на единицу площади (Пушкарев и др., 2018). Причём, максимальная урожайность достигается при условии наиболее оптимального сочетания всех составляющих её элементов (Иванова, Волкова, 2019).

Анализ отдельных элементов урожая, определяющий величину и объём его, позволяет понять, какие агротехнические мероприятия следует предпринять с учётом почвенно-климатических условий для обеспечения наиболее высоких объёмов зерна. Под этими элементами понимаются продуктивные органы и признаки растения, влияющие на величину урожая зерна: густота продуктивного стеблестоя (число колосоносных стеблей на 1 м² посева), озернённость колоса (количество зёрен в колосе), выполненность зерна (масса 1000 зёрен). Для полной характеристики последнего рассматривается также объёмный вес 1 л зерна – натура зерна (Носатовский, 1954).

Каждой почвенно-климатической зоне соответствует определённая густота продуктивного стеблестоя с учётом сортовых особенностей и уровня агротехники. Превышение установленной величины ведёт к снижению

урожая зерна вследствие недостатка в почве влаги или питательных веществ в период формирования продуктивных органов растения и зерна (Арустамов, 1957).

Продуктивность главного колоса обусловлена высокой массой 1000 зёрен. Увеличение урожайности среднепоздних сортов может быть реализовано за счёт роста продуктивности растений, который обеспечен хорошей способностью к кущению. При этом необходимо следить за плотностью стояния растений и числом фертильных колосков. Хорошими показателями засухоустойчивости являются высота растения и доля зерна в биологическом урожае (Лепехов, Коробейников, 2013).

Установлено, что формирование более высокого урожая у современных сортов пшеницы тесным образом связано с индивидуальной семенной продуктивностью растений, величина которой определяется в большей степени озернёностью колоса, а не крупностью образующихся зерновок (Икусов и др., 2019).

В засушливых условиях возделывания улучшение водного режима роста растений способствует увеличению размера колоса и его озернёности в разной степени, в зависимости от сорта. То же самое происходит с величиной и массой зёрен в колосе с внесением удобрений, повышающих уровень питания растений (Гребенников, 1983).

По данным Д.М. Марченко (2011), урожайность имеет положительную связь с массой зерна колоса ($r = 0,7$), а отрицательную – с высотой растений ($r = -0,54$). Также количество зёрен с колоса положительно коррелирует с длиной колоса и его массой ($r = 0,38$ и $r = 0,89$, соответственно).

Исследования, проведённые М.Д. Дабаевой (2013), установили, что на величину урожая яровой пшеницы в большей степени влияет количество продуктивных стеблей, определяемое полевой всхожестью и выживаемостью растений.

Озернёность и продуктивность колоса вносят значительный вклад в изменчивость урожайности сорта *Бурятская остистая*. Ведущая роль в

формировании урожайности среди её структурных элементов принадлежит высоте растений, а также массе 1000 зёрен, количеству зёрен и массе зерна с колоса.

Большинство исследователей сходится во мнении, что условия окружающей среды оказывают решающее влияние на степень выраженности отдельных элементов структуры урожая (Ведров, 1998).

Сильный недостаток влаги в июне и июле негативно сказывается на росте и развитии растений в течение первого месяца вегетации во время фаз всходов и кущения, а также последующих периодов трубкообразования и колошения. Это выражается в угнетённости роста стебля в высоту и слабой сформированности колоса с малым числом колосков и зёрен в них, незначительной массой семян в колосе и их невыполненностью. Однако, более позднеспелые сорта (*Бурятская остистая*) имеют показатели элементов структуры урожая выше по сравнению с другими за счёт генетических особенностей сорта, выведенного для засушливых условий Бурятии (Цыбенков, Билтуев, 2016).

Отличительным признаком для раннеспелого сорта *Ирень* является красная окраска колоса, положительно влияющая на формирование посевных и хлебопекарных качеств пшеницы (Сидоров, Плеханова, 2013).

Дефицит влаги во время прохождения растениями фаз всходы-кущение вегетационных периодов четырёхлетних 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.

Анализ элементов структуры урожая изученных сортов яровой пшеницы в контрольном варианте полевых испытаний выявил, что по полевой всхожести и продуктивной кустистости максимальных величин достиг сорт *Памяти Юдина* (69,3 % и 1,05 шт.), по выживаемости растений – *Юната* (98,8 %), по высоте растений (73,8 см), длине колоса (7,1 см) и количеству колосков (12,1 шт.) и числу зёрен в нём (23,0 шт.) – *Бурятская*

остистая. Этот же сорт вместе с *Юнато́й* заняли лидирующее положение в отношении массы 1000 зёрен – 36,8 и 36,9 г, соответственно (табл. 9).

Таблица 9 – Элементы структуры урожая сортов яровой пшеницы без средств химизации (среднее за 2016-2019 гг.)

Сорт	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 (st.)	64,6	86,3	0,97	72,6	6,2	11,6	22,7	33,2
Ирень	62,8	90,9	0,96	71,9	7,0	11,4	20,3	33,3
Бурятская остистая	67,3	86,8	0,99	73,8	7,1	12,1	23,0	36,8
Памяти Юдина	69,3	84,8	1,05	64,2	6,0	11,1	19,1	32,5
Юната	58,6	98,8	1,02	65,2	5,7	10,8	18,4	36,9
Новосибирская 15	57,1	75,7	1,01	66,2	5,5	10,6	19,8	36,1

3.5 Качество зерна

Под качеством зерна пшеницы принято понимать показатели, определяющие его мукомольно-хлебопекарные свойства (физические, биохимические, технологические). К ним относятся: содержание белка, стекловидность, количество и качество клейковины, натура зерна, выпечка и масса 1000 зёрен. Госсорткомиссия выделяет следующие классификационные нормы по хлебопекарным свойствам: сильные, ценные, филлеры и слабые (Государственный реестр селекционных достижений, 2018). Данные технологические свойства зерна отвечают требованиям, предъявляемым к зерну мукомольной, хлебопекарной, крупяной, макаронной и другими отраслями пищевой промышленности.

Базисные кондиционные значения качественных показателей обозначены в новом межгосударственном стандарте ГОСТ 9353-2016, действующем с 30.07.2018 г., где качество зерна мягкой и твёрдой пшеницы

разделено на 5 классов, определяющих его мукомольно-хлебопекарные свойства: содержание белка и сырой клейковины, показатель ИДК (индекс деформации клейковины), стекловидность, число падения и натура (табл. 10). Такая классовая группировка приводит в соответствие произведённой пшеницы целевому назначению дальнейшего использования её зерна (на продовольственные, кормовые, технологические или иные цели), но не гарантируют высокого хлебопекарного качества зерна.

Таблица 10 – Группировка яровой пшеницы по классности качества зерна
(согласно ГОСТ 9353-2016)

Наименование показателя качества	Стандартные значения для мягкой/твёрдой пшеницы класса качества				
	1	2	3	4	5
Массовая доля белка, %	15,5/13,5	13,5/12,5	12,0/11,5	10,0/10,0	Не ограничивается
Содержание клейковины, %	32,0/28,0	28,0/25,0	23,0/22,0	18,0/18,0	Не ограничивается
Качество клейковины, ед. шк. ИДК	I 43-77/н		II 18-102/18-102		Не ограничивается
Число падения, с	200		150	80	Не ограничивается
Стекловидность, %	60/85		40/85	н/70	Не ограничивается
Натура зерна, г/л	750/770	750/745	730/745	710/710	Не ограничивается

Анализ современного состояния отечественного рынка хлебобулочной продукции показывает, что объёмы производства хлеба уменьшаются, а качество изделий ухудшается. Среди причин этого следует выделить низкие технологические характеристики муки, что негативно влияет на реологические свойства теста. Применяемые на предприятиях химические улучшители повышают технологичность процесса, но ухудшают традиционный вкус хлеба, изменяются его свойства, что отрицательно сказывается на его потреблении. Качество зерна определяется как генетическими особенностями сорта, так и комплексом почвенно-климатических и агротехнических условий выращивания. Внесение азотных удобрений содействует повышению содержания белка в зерне (Перфильев,

Вьюшина, 2017).

Массовая доля белка характеризует не только пищевую ценность зерна, но и его технологические свойства. Белки способны поглощать и удерживать большое количество воды (напр., белки муки при образовании теста).

На белковость зерна пшеницы оказывает влияние минеральное питание. Накопление азота в почве положительно отражается на формировании белка в зерне. Азот необходим растениям для поддержания уровня содержания в их зерне белка и клейковины.

Согласно ГОСТ 27186-86, комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу, называют клейковиной. Интернациональное определение клейковины – глютен.

Качеством и количеством клейковины определяется пористость хлеба, выступающая одним из показателей его достоинства. Клейковина образуется при набухании глиадины и глютенина белков пшеницы. Показатель содержания клейковины определяют только в зерне пшеницы, которое содержит белки с уникальными коллоидными свойствами. Эти белки при замешивании теста образуют белковый студень, который может быть обнаружен в результате промывания теста водой.

Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы, в зависимости от сорта, условий произрастания и применяемых приёмов агротехники, колеблется от 20,0 до 53,5 % (Самсонов, 1960).

При посеве яровой пшеницы по чистому пару она составляет 32,4-43,1 %, белка – 16,0-20,8 %. По содержанию клейковины выделяются сорта *Новосибирская 15*, *Приленская 19*, *Иргина*, *Новосибирская 29*, *Новосибирская 31*. Наилучшими хлебопекарными характеристиками при посеве по пару обладают *Новосибирская 15*, *Полюшко* и *Новосибирская 29*. По совокупности всех хлебопекарных и технологических показателей выделяются раннеспелые сорта *Новосибирская 15*, *Памяти Вавенкова*, *Ирень* и *Новосибирская 31* (Агеева, Лихенко, 2017).

Стекловидность зерна – ключевой качественный признак пшеницы обыкновенной (*Triticum aestivum* L.), характеризующий его сырьевые достоинства. Стекловидное зерно содержит большее количество белка, обладает хорошими хлебопекарными качествами и высоким содержанием клейковины (Pauly, et al., 2013).

Стекловидность, или мучнистость зерна пшеницы, зависит от особенностей сорта, внесения азота и условий влагообеспеченности в период вегетации и уборки: большое количество осадков и недостаток азота в почве снижает стекловидность (Вакар, Архипова, 1958).

Между содержанием сырой клейковины и белка в зерне существует прямая связь, выражающаяся положительной корреляцией, близкой к единице ($r = 0,97$) (Козьмина, 1961).

Сырая клейковина содержит до 70 % воды. При пересчёте на сухое вещество 82-85 % клейковины составляют белки – глиадин и глютен. Соотношение этих белков примерно одинаково. Помимо белков в состав клейковины входят, %: крахмал – 6...16, жир – 2...2,8, небелковые азотистые вещества – 3...5, сахар – 1...2 и минеральные соединения – 0,9...2.

Ориентировочно рассчитать содержание сырой клейковины в зерне мягких пшениц без её отмывания можно с помощью уравнений множественной регрессии в зависимости от содержания белка и массы 1000 зёрен (Пасынков, Дубовик, Пасынкова, 2017).

Создание системы уравнений регрессии позволяет прогнозировать наиболее важные показатели качества зерна на основе зависимостей изменений отдельных сложных полигенных признаков качества (содержание сырого белка и масса 1000 зёрен), которые могут существенно изменяться в различных условиях выращивания (Бегеулов, 2002).

Изменения в биохимическом составе зерна определяют величину его технологических качеств. Зависимость содержания клейковины от массы зерновки характеризуется линейной связью. В то же время одновременное возрастание содержания белка и массы 1000 зёрен снижает содержание

клейковины в зерне (Пасынков, Пасынкова, 2011).

Качеством и количеством клейковины определяется пористость хлеба, выступающая одним из показателей его достоинства. На основании этого следует признать существование зависимости между содержанием клейковины в муке и объёмом хлеба. Однако, засушливые условия выращивания пшеницы вызывают отрицательную корреляцию между содержанием протеина и хлебопекарными качествами даже при высоком проценте белковости зерна. Это относится к ненормально созревшему, невыполненному зерну.

По качеству клейковину подразделяют на три группы: 1) клейковина с хорошей упругостью и растяжимостью, в пределах 20-27 см (сильные пшеницы); 2) клейковина, которая рвётся при небольших растяжениях (28-33 см), но отличается большой упругостью; 3) сильно тянущаяся клейковина (33-40 см), липкая, несвязная и неупругая; 4) клейковина с растяжимостью свыше 40 см или короткорвуцкая при слабой упругости (Самсонов, 1957).

Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы колеблется в пределах 14-58 %. Количество сырой клейковины в зерне яровой пшеницы при интенсивном земледелии достигает 36-37 %, вне зависимости от метеорологических условий. При экстенсивном земледелии оно напрямую коррелируется с погодными условиями (Синещев, Ткаченко, 2016).

Исследования Всесоюзного института растениеводства не выявили хлебопекарные достоинства твёрдой пшеницы в сравнении с мягкой. Кроме того, хлеб из твёрдой пшеницы черствеет быстрее, чем из мягкой, питательные свойства уступают мягкой пшенице. Тем не менее, население юга страны издавна выращивало твёрдые пшеницы для продажи, а мягкие – для собственного потребления (Чинго-Чингас, 1931).

Количественные и качественные изменения в зерне пшеницы зависят в большей степени от условий выращивания и во вторую очередь – от сорта пшеницы (Носатовский, 1965).

Физические свойства зерна (масса 1000 зёрен, стекловидность, натура и

др.) у среднепоздних и среднеспелых сортов мягкой яровой пшеницы сибирской селекции выше, чем у раннеспелых и среднеспелых. Мукомольные достоинства пшеницы зависят от крупности и выполненности зерна, определяющих запас питательных веществ в нём (Ахтариева и др., 2018).

Натурная масса зерна – один из наиболее старых показателей качества зерна. Она определяет массу установленного объёма зерна: в нашей стране 1 л с массой, выраженной в граммах. Для пшеницы натура колеблется в пределах 700-840 г/л, для пшеницы среднего качества – 730-740 г/л. Данный показатель косвенно характеризует выполненность зерна (степень его налива и созревания), технологически значимая и обуславливающая его пищевую ценность. Выполненному зерну свойственна законченность процессов синтеза веществ, входящих в состав зерна, в нём содержится больше эндосперма, а значит и крахмала, сахара, белков. Чем больше выполненность зерна, тем выше его натура. Натура зерна также служит косвенным критерием его мукомольных достоинств: чем больше натура зерна, тем выше выход муки и крупы (Коданев, 1976).

Генотип сорта оказывает значительное влияние на величину показателя натурной массы зерна (Шакирзянов, 2004). Однако, у яровой пшеницы по натуре и массе 1000 зёрен на серых лесных почвах генотипический эффект варьирует в зависимости от погодных условий (Кондратенко и др., 2016).

Один из важнейших показателей физических свойств зерна пшеницы – масса 1000 зёрен, но он учитывается не вместо натурального веса, а в дополнение к нему. Высокая величина этого признака указывает на большой запас питательных веществ в зерне и характеризует выполненность зерна. Данный качественный показатель зависит от особенностей сорта, условий возделывания, продолжительности фазы налива зерна и может изменяться от 20 до 60 г (Кулешов, 1974; Ивченко, 2019).

Показатель массы 1000 зёрен свидетельствует о количестве сухих веществ в зерне и его крупности. Масса 1000 зёрен колеблется в зависимости

от сорта, района, технологии возделывания и условий созревания. У пшеницы она изменяется в пределах 12-75 г, базовое значение – 30-40 г для мягкой пшеницы и 40-55 г для твёрдой. Более крупное зерно имеет и большую массу 1000 зёрен. Массу 1000 зёрен в пересчёте на сухое вещество определяют при анализе продовольственного и семенного зерна. Поскольку зерно с большей массой 1000 зёрен имеет более развитый эндосперм, его считают более ценным. При переработке такого зерна выход готовых продуктов выше (Личко, 2013).

Применение минеральных азотных удобрений в виде аммиачной селитры на чернозёме, выщелоченном с повышенным содержанием гумуса (6,1-8,0 %), нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 6,1-7,0) и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом не способствует достоверному повышению массы 1000 зёрен яровой пшеницы сорта *Новосибирская 15* (Ивченко и др., 2019).

При оценке физических свойств зерна пшеницы, наряду с показателями массы 1000 зёрен и натуры, немаловажную роль играет консистенция эндосперма, показателем которой, благодаря различной светопропускающей способности (прозрачности) зерна, является стекловидность. Стекловидность – важный показатель качества зерна пшеницы, характеризующий сырьевые достоинства зерна пшеницы. Стекловидное зерно считается более ценным, так как в нём на 3-5 % больше белка, чем в мучнистом. Из такого зерна получают больший выход круп и муки лучшего качества (Белкина, 2012).

По консистенции эндосперма зерно пшеницы подразделяется на мучнистые, стекловидные и полустекловидные. Мучнистое зерно имеет мягкий, непрозрачный, крахмалистый эндосперм вследствие низкого содержания в нём клейковины. Стекловидное зерно твёрдое, раскалывается туго и имеет угловатую поверхность. Промежуточное положение между ними занимает полустекловидная пшеница.

Стекловидное зерно обладает хорошими хлебопекарными качествами и высоким содержанием клейковины (Казаков, Карпиленко, 2005), при размоле

лучше вымалывается и даёт больший выход муки высших сортов (Егоров, 2000).

Под влиянием сортовых особенностей, почвенно-климатических и погодных условий стекловидность зерна пшеницы может варьировать от 20-30 до 90-100 % (Трисвятский, Лесик, Курдина, 1991).

Хлебопекарные качества пшеницы тесно связаны с белковым комплексом зерна, с количеством и качеством клейковины. Согласно существующим стандартам, все пшеницы по силе муки подразделяются на сильные (содержание белка 14 % и более, клейковины – 28 % и более, стекловидность – 60-70 %), слабые (11, 25 и 40-60 %, соответственно) и средние, занимающие промежуточное положение между ними (Мальцев, 2001).

Хлебопекарное качество зерна определяется не просто количеством и качеством белков, а выпечкой хлеба, исходя из оценки аромата, вкуса и других признаков конечного продукта.

Для большей части современных сортов яровой пшеницы, районированных в Иркутской области, характерно стабильно высокое содержание белка (14-18 %), соответствующее модели сорта сильной пшеницы. Однако, эти же сорта по количеству клейковины в зерне соответствует критериям модели сорта сильной пшеницы (32-40 %) только в благоприятных условиях температуры и влагообеспеченности. В условиях дефицита тепла содержание клейковины низкое (24-30 %). На стабильность качества зерна яровой пшеницы важную роль играет устойчивость к прорастанию зерна в колосе. Особую важность этот показатель приобретает тогда, когда в период созревания и уборки урожая выпадают обильные осадки (Соболева, 2008).

Основные показатели качества зерна изученных сортов яровой пшеницы при возделывании по чистому пару без удобрений и гербицидов за годы проведения полевых опытов представлены на рис. 4, 5, 6, 7, 8.

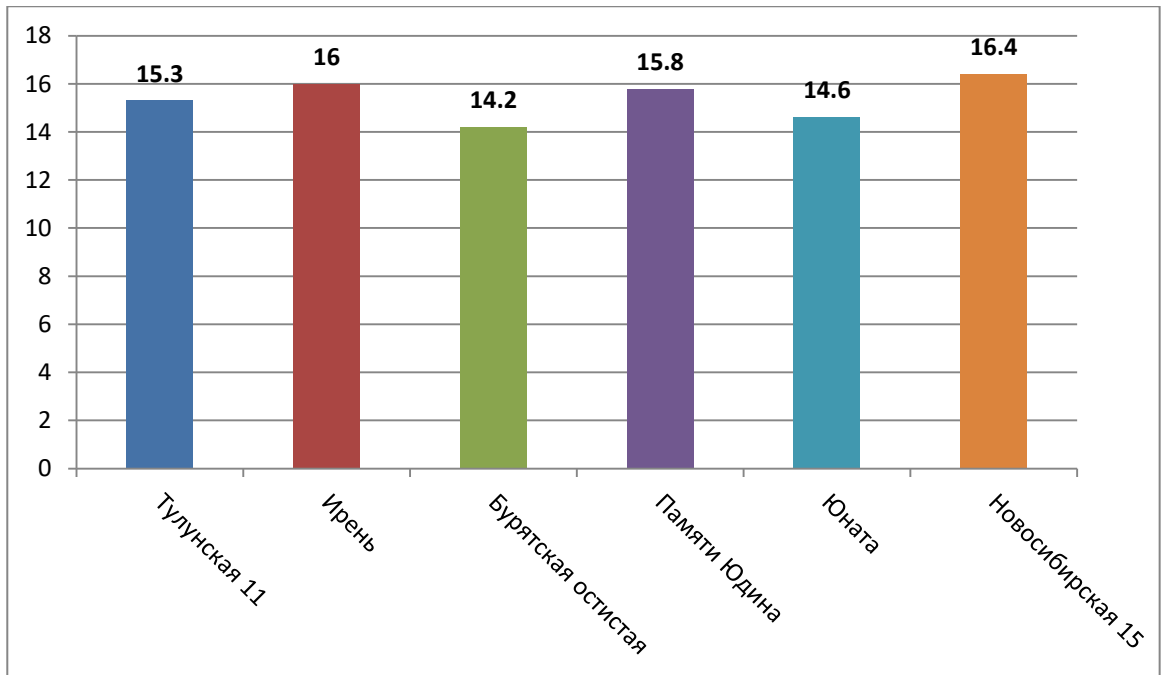


Рисунок 4 – Содержание белка в зерне районированных сортов яровой пшеницы без средств химизации (среднее за 2016-2019 гг.), %

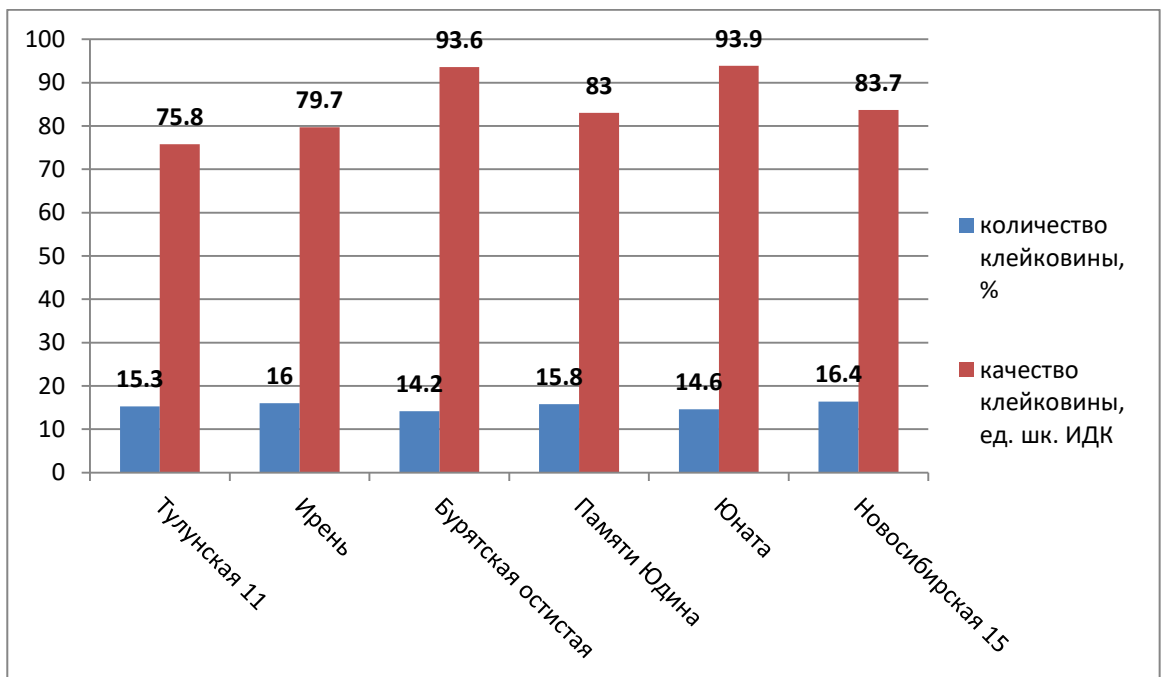


Рисунок 5 – Количество и качество клейковины в зерне районированных сортов яровой пшеницы без средств химизации (среднее за 2016-2019 гг.)

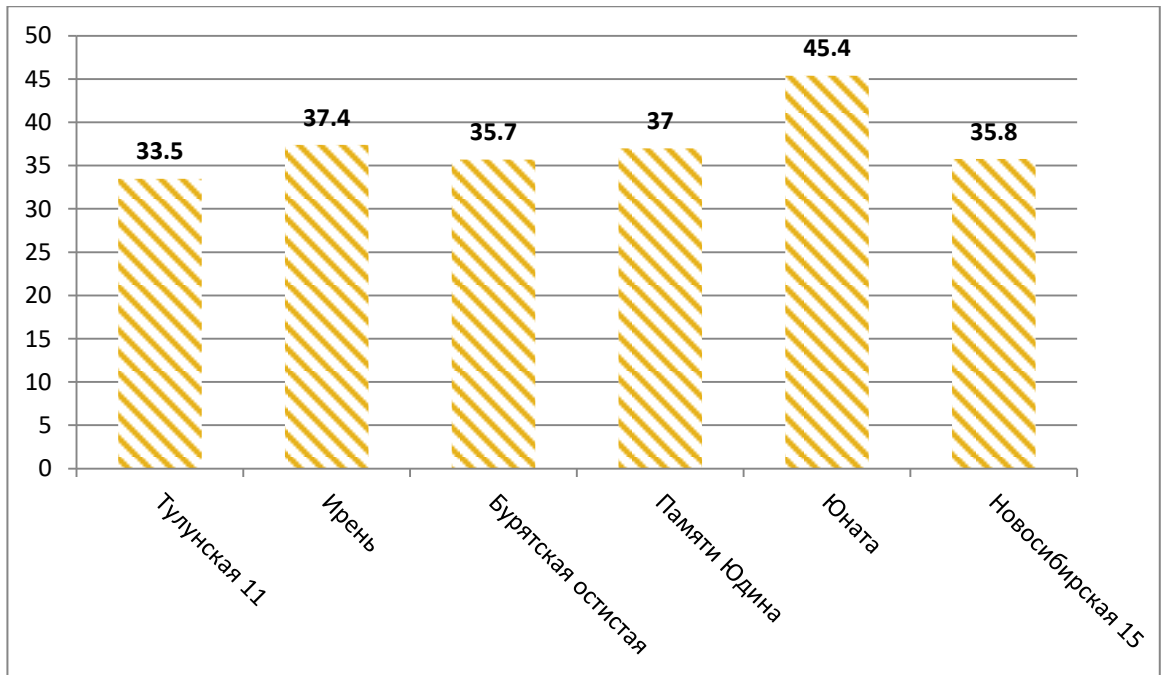


Рисунок 6 – Стекловидность зерна районированных сортов яровой пшеницы без средств химизации (среднее за 2016-2019 гг.), %

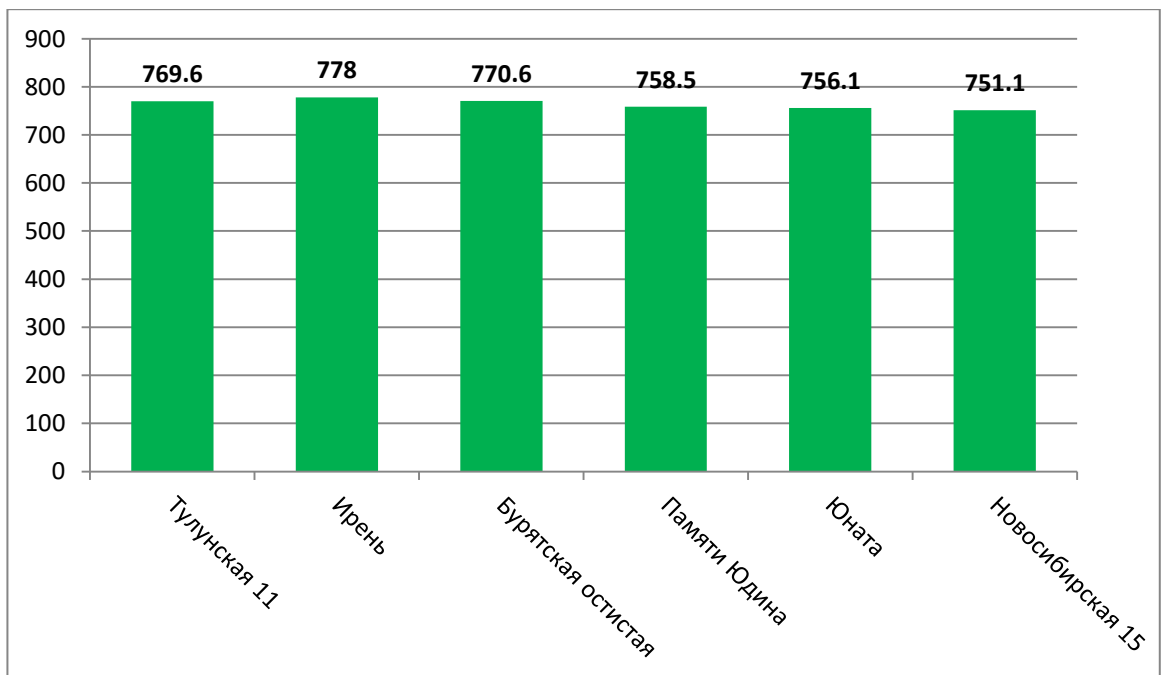


Рисунок 7 – Натура зерна районированных сортов яровой пшеницы без средств химизации (среднее за 2016-2019 гг.), г/л

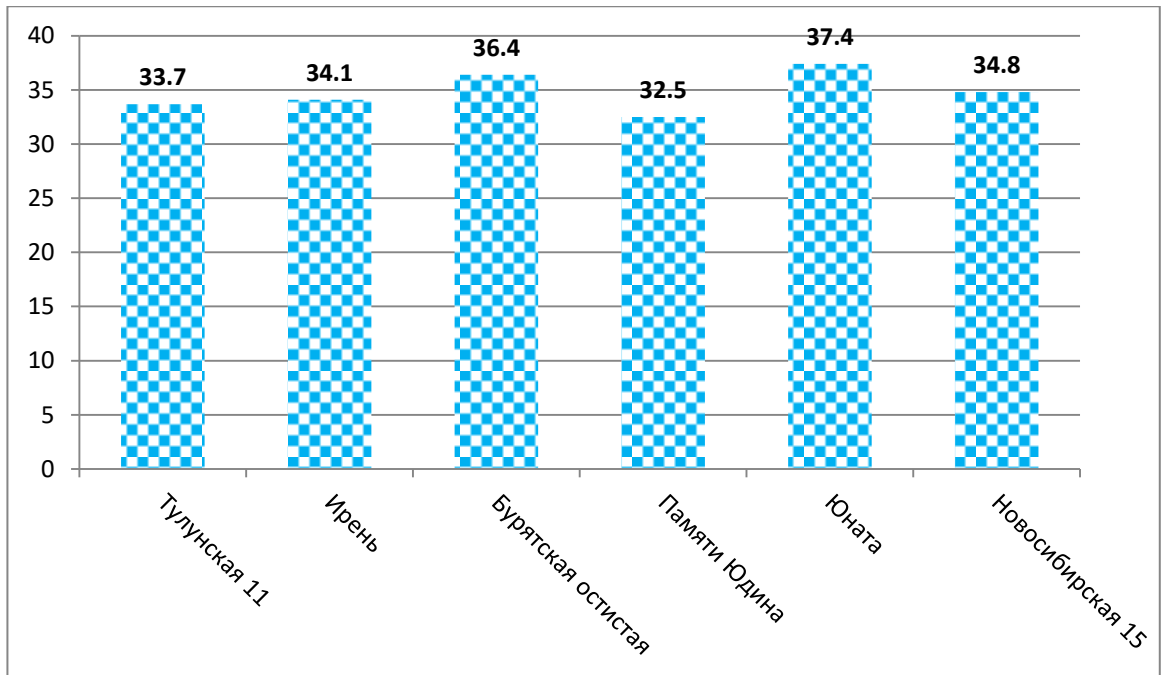


Рисунок 8 – Масса 1000 зёрен районированных сортов яровой пшеницы без средств химизации (среднее за 2016-2019 гг.), г.

Самое высокое содержание белка выявилось в зерне сортов *Новосибирская 15* и *Ирень* (16,4 и 16,0 %, соответственно). По количеству клейковины выделился сорт *Новосибирская 15* – 33,6 %. Сорт *Юната* отличился от других по самым высоким значениям стекловидности зерна (45,4 %) и массы 1000 зёрен (37,4 г). Сорт *Ирень* показал наибольшую натурную массу зерна – 778 г/л (табл. 11).

Таблица 11 – Качество зерна районированных сортов яровой пшеницы без средств химизации (среднее за 2016-2019 гг.)

Сорт	Показатель качества зерна						
	содержание белка, %	количество клейковины, %	качество клейковины (упругость)		стекловидность, %	натура зерна, г/л	масса 1000 зёрен, г
			ед. шк. ИДК	группа качества			
Тулунская 11, st. (контроль)	15,3	32,2	75,8	I (хор.)	33,5	769,6	33,7
Ирень	16,0	37,4	79,7	II(уд.сл.)	37,4	778,0	34,1
Бурятская остистая	14,2	35,4	93,6	II(уд.сл.)	35,7	770,6	36,4
Памяти Юдина	15,8	37,3	83,0	II(уд.сл.)	37,0	758,5	32,5
Юната	14,6	30,8	93,9	II(уд.сл.)	45,4	756,1	37,4
Новосибирская 15	16,4	37,9	83,7	II(уд.сл.)	35,8	751,1	34,8
Стандарт согласно ГОСТ 9353-2016	14,5 _{мяг./} /13,5 _{тв.}	32,0 _{мяг./} /28,0 _{тв.}	43-77 78-102	хорошая удов. сл.	60 _{мяг./} /85 _{тв.}	750 _{мяг./} /770 _{тв.}	30 _{мяг./} /40 _{тв.}

Согласно существующим нормам по показателям качества зерна для мягких и твёрдых пшениц, обозначенным в ГОСТ 9353-2016, к стандарту 1 класса качества зерна (продовольственная пшеница) при возделывании без средств химизации можно отнести 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, без применения средств химизации при возделывании по чистому пару все изучаемые сорта имеют недостаточное качество и значение стекловидности зерна.

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

4.1 Урожайность сортов в зависимости от применения средств химизации

Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на рост и развитие растений, формирование элементов структуры урожайности, от которых, в конечном итоге, зависит продуктивность и качество зерна пшеницы.

Рациональное применение средств химизации и возделывание адаптивных сортов – основной резерв повышения продуктивности и стабилизации производства качественного зерна яровой пшеницы в сибирском регионе. Доминирующим фактором здесь является химизация, доля влияния которой на урожайность зерна пшеницы составляет 30,6 %, когда как вклад предшественника составляет 22,0 %; факторов погодных условий – 13,3 % и системы обработки почвы – менее 10 % (Юшкевич, Щитов, Ершов, 2016).

Повышение урожайности зерновых культур является актуальной задачей сельскохозяйственного производства в сибирских условиях. Влияние азотных удобрений оказывает стимулирующее действие на рост побегов проростков и корней растений яровой пшеницы *Новосибирская 15* (Демиденко, 2020).

Регулировать величину продуктивного стеблестоя можно нормой высева семян, внесением минеральных удобрений и другими агротехническими приёмами (Арустамов, 1957).

Некоторые авторы (И.А. Подвалкова, 1962) связывают вопрос питания растений с этапами их развития. По их мнению, на каждой стадии развития растение по-разному усваивает элементы питания: азот и фосфор – в ранний период, особенно сильно – в период прохождения стадии яровизации. Ещё

большую потребность в этих элементах растение проявляет в световую стадию, критически важную по азотно-фосфорному питанию. Калий же бывает востребован в последний период развития пшеницы.

Наиболее энергичное накопление азотистых веществ в листьях и стеблях растений идёт в период выхода в трубку и колошения, максимальное их содержание – в фазу молочной спелости. Только при условии достаточных запасов влаги в почве это накопление имеет положительное значение (Дорохов, 1957).

Азот, поступающий в растение, после молочной спелости начинает убывать, причём потери достигают значительных величин: яровая пшеница в обычных условиях теряет 34 %, при поливе во время кущения – 26 % и при поливе во время кущения и колошения – 32 %. Не выяснено, каким путём происходят потери азота. Если бы не было этих потерь, то зерно пшеницы по своей белковости сравнялось бы с семенами бобовых растений (Землянухин, 1957).

Кустистость яровой пшеницы сильно увеличивается при внесении азотных удобрений. Незначительное влияние на неё оказывают фосфорные удобрения, а калийные, напротив, тормозят процесс кущения (Киселёв, 1954).

Усиление азотного питания обычно сопровождается увеличением роста надземной части растения в большей степени, чем роста корней, что приводит к падению удельного веса корневой части по отношению к общему весу растения (Мотров, 1937).

На структуре колоса в период его формирования негативно проявляется недостаток азота в питательной среде. В то же время, повышенные дозы азота, внесённые перед посевом пшеницы, приводят к задержке дифференциации колоса и увеличивают размеры колоса и количество колосков. Это приводит к запаздыванию выколашивания растений. Отсутствие или недостаток фосфора в период формирования колоса отрицательно сказывается на репродуктивной части растения (Кукса,

1939).

В полевых условиях пшеница образует 12-20 колосков, в отдельных случаях их число падает до 7-5, в других – поднимается до 30. Задержка в формировании колоса и различия в его структуре следует связывать с неправильным соотношением элементов питания в комплексном удобрении NPK (Станков, 1938).

Для пшеницы до начала световой стадии требуется усиленное фосфатное и весьма умеренное азотное питание, что связано с угнетением последним роста корневой системы. Фосфор же способствует лучшему проникновению корней в глубину (Прянишников, 1945).

Трудно переоценить значение последнего факта при возделывании яровой пшеницы в засушливых условиях, поскольку здесь фосфорное удобрение работает более эффективно, чем азотное. Кроме того, на фоне азотных и фосфорных удобрений калийные туки лучше воздействуют на усиление роста корней (Соколов, 1957).

Если калий способствует усиленной абсорбции растением азота при аммиачном питании, то фосфор оказывает то же действие при нитратном. Кроме того, фосфорное удобрение поддерживает синтез белков, ускоряет процесс созревания или сокращает период вегетации пшеницы. Так, внесение оптимальных доз фосфорного удобрения уменьшает срок всходы-колошение на 2-3 дня, а избыток азота удлиняет его на 2-5 дней (Прянишников, 1935).

Минеральные удобрения положительно влияют на изменение элементов структуры урожайности среднеранних сортов пшеницы, в том числе *Тулунская 11*. При внесении туков в дозе $N_{90}P_{60}K_{60}$ и на планируемую урожайность 4,0 т/га наблюдалось максимальное количество сохранившихся растений к уборке, отмечена наибольшая высота растений. Минеральные удобрения повышают выживаемость растений пшеницы на 4,9-11,1 %. С повышением доз удобрений увеличивается количество колосков и число зёрен в колосе, масса 1000 зёрен. Добавление к азотным удобрениям фосфорных и калийных туков способствует сокращению сроков созревания

сортов пшеницы на 1-3 дня (Габдрахимов и др., 2019).

Проведённый анализ урожайности исследованных сортов яровой пшеницы разных групп спелости по годам исследований выявил, что среднеранний сорт твёрдой пшеницы *Юната* показал наивысшую прибавку урожайности 176,1 % к контролю 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 °С среднемноголетние 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 *Новосибирской 15* дали заметный прирост урожайности (60,9 и 58,9 %, соответственно) даже в варианте с одними гербицидами, где остальные сорта сыграли на понижение (прил. Ж).

Комплексная химизация ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды) среди всех вариантов опыта проявила самое действенное влияние на среднюю продуктивность изученных сортов пшеницы за 4 года испытаний прибавкой 36,75 % в противоположность гербицидной обработке без удобрений – 0,98 % (прил. Е). В целом вариант с гербицидами оказался самым неэффективным в отношении урожайности культуры. В разрезе сортов, наихудшую стрессоустойчивость к гербицидам в годы с засушливым вегетационным периодом продемонстрировал сорт *Тулунская 11* – падение урожайности на 12,2 % по сравнению с контролем. Наиболее резистентным к угнетающему воздействию гербицидов оказался сорт *Юната* с прибавкой урожая 27,8 % к

контрольному варианту (табл. 12). Максимальный прирост валового сбора зерна у этого же сорта достигнут внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ и совместным их применением с гербицидами (83,5 и 78,9 %, соответственно, к контрольному варианту).

Таблица 12 – Урожайность районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации за 2016-2019 годы, т/га

Сорт (фактор А)	Уровень химизации (фактор В)	Год исследований				Средн.	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

Проведённый 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 двухкратное преобладание воздействия сортового фактора (43,2 %) над использованием в опыте удобрений и гербицидов – 22,6 % (табл. 13). 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 13 – 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, причём максимальный средний по всем сортам показатель урожайности в опыте 2,82 т/га был получен в варианте с комплексным применением удобрений и гербицидов. Однако, в этом же году, а также в 2016, обнаружено падение урожайности по отношению к контрольному варианту, в среднем по всем сортам, на 4,4 и 10,5 %, соответственно, в результате гербицидной обработки посевов пшеницы (прил. Е). В течение двух остальных лет исследований здесь наблюдался прирост производства зерна на 9,1 и 9,7 %. В варианте с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ прирост урожайности 54,5 % принёс по всем сортам 2017 год, что стало наивысшим значением по данному показателю. Этот же год отмечен, вместе с 2018, максимальной прибавкой урожайности от совместного использования удобрений и гербицидов (39,0 и 38,9 %, соответственно). Немного отстаёт от них в этом отношении 2019 год с аналогичным показателем 36,9 % прироста.

4.2 Структура урожая

Научно-обоснованный подход к дифференциации доз питательных веществ в зависимости от агрохимических свойств различных почв и подбору соответствующих средств защиты растений по результатам учёта сорной растительности позволяет точнее определять потребности сельскохозяйственных культур в минеральных удобрениях и гербицидах и более рационально использовать их с целью снижения удельных затрат азота, фосфора и калия на формирование урожайности сельскохозяйственной продукции и повышение их окупаемости прибавкой урожая.

По полученным нами экспериментальным данным минеральные удобрения положительно повлияли на изменение элементов структуры урожайности сортов яровой пшеницы (табл. 14). При внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ на планируемую урожайность 4,0 т/га наблюдалось максимальное количество сохранившихся растений к уборке у сортов *Ирень* (92,6 %, + 1,9 % к контролю) и *Новосибирская 15* (93,4 %, + 23,4 % к контролю). У сортов *Тулунская 11* и *Памяти Юдина* отмечена наибольшая высота растений в сравнении с контролем на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ без удобрений – 74,0 и 65,5 см, соответственно. У остальных сортов прирост значения этого структурного элемента достигался с помощью совместного действия удобрений и гербицидов.

В настоящем исследовании сорт *Бурятская остистая* оказался наиболее урожайным и обеспечил выход зерна 2,79-3,30 т/га в зависимости от уровня химизации. Все изученные сорта показали достоверно значимую прибавку урожайности к контролю на фонах $N_{60}P_{60}K_{60}$ (от 12,9 % у *Бурятской остистой* до 75,0 % у *Юнаты*) и $N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды (от 18,3 % у *Бурятской остистой* до 69,4 % у *Юнаты*). Влияние гербицидов без удобрений плодотворно сказалось только на сорте *Юната* приростом урожайности 26,4 % к контролю.

Минеральные удобрения повышали выживаемость растений пшеницы

на величину от 1,8 (сорт *Ирень*) до 18,9 % (сорт *Новосибирская 15*), способствовали незначительному увеличению количества колосков и длины растений, но достоверному росту числа зёрен в колосе и массы 1000 зёрен. Сорта *Ирень* и *Бурятская остистая* отозвались на удобрения вместе с гербицидами повышением количества зёрен в колосе на 22,7 и 14,8 %, соответственно, а сорту *Юната* достаточно было внесения только $N_{60}P_{60}K_{60}$ для достижения 24,5 %-ной прибавки данного показателя. В отношении параметра массы 1000 зёрен, все наблюдаемые сорта показали свой максимальный прирост к контролю на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды, но не в равной мере: от 6,1 (*Новосибирская 15*) до 10,3 % (*Юната*).

Таблица 14 – 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
Новосибир- ская 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

Анализ структуры урожая исследуемых сортов яровой пшеницы за период наблюдений показал, что по четырём элементам (высота растений, длина колоса, количество колосков и число зёрен в колосе) сорт *Бурятская остистая* превзошёл остальные сорта на фоне комплексной химизации и имеет одинаковую с сортом *Ирень* самую большую длину колоса (7,1 см). Полевая всхожесть оказалась выше у сорта *Памяти Юдина* (75,4 %) в удобренном варианте без гербицидов, равно как и продуктивная кустистость (1,14 шт.) при совместном применении $N_{60}P_{60}K_{60}$ и гербицидов. Наилучшую выживаемость проявил сорт *Юната* на гербицидном фоне без удобрений, у него же получена самая большая масса 1000 зёрен (41,6 г) на фоне комбинированной химизации.

По отдельным элементам структуры урожая установлено, что использование гербицидной обработки посевов повышает выживаемость растений сортов *Юната* и *Новосибирская 15* (+ 6,1 и 2,4 %, соответственно, к контролю), а фон $N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды увеличивает массу 1000 зёрен у всех сортов (прибавка от 9,2 у сорта *Тулунская 11* до 11,7 % у *Памяти Юдина*).

4.3 Качество зерна

Как известно из многочисленных вышеприведённых литературных источников, минеральные удобрения, а также их сочетание с гербицидами, не только повышают урожайность яровой пшеницы по разным предшественникам, но и улучшают качество зерна.

По полученным нами данным (табл. 15), критериям качественного зерна продовольственного назначения (см. табл. 10 выше) соответствуют изучаемые сорта по показателям содержания протеина во всех вариантах опыта, большая часть – по количеству клейковины и почти все – по натурной массе зерна. Кроме того, базисную массу 1000 зёрен, составляющую 30 г (рис. 14), выдерживают все представленные сорта с диапазоном от 32,5 (*Памяти Юдина*, контроль) до 41,6 г (*Юната*, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + 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 (рис. 12). В этом же варианте сорт *Тулунская 11* показал минимальное значение стекловидности – 32,6 %. Наибольшую белковость зерна 16,0-18,6 % на разных уровнях химизации продемонстрировали сорта *Новосибирская 15* и *Ирень* (рис. 9). Этим же сортам принадлежат лучшие показатели по количеству клейковины – от 31,1 % без химизации до 39,5 % при использовании удобрений и гербицидов (рис. 10). Сорт *Бурятская остистая*, являясь самым продуктивным по выходу зерна в засушливых условиях полевых исследований, заметно уступает по содержанию белка и клейковины другим сортам, особенно в контрольном варианте (14,2 и 26,2 %, соответственно). Зато в отношении природы зерна со значением 778-783 г/л он превосходит остальные сорта по всем фонам химизации (рис. 13). 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 выше стандарта.

Резюмируя вышеприведённые данные, можно вывести следующие обобщения. В условиях лесостепи Прибайкалья проведена оценка урожайности шести районированных сортов мягкой и твёрдой яровой пшеницы при посеве по чистому пару. Неблагоприятные погодные условия в годы исследований, выразившиеся в виде засухи во время всходов и кущения при возделывании сортов яровой пшеницы, раскрыли разную степень отзывчивости исследуемых сортов на применение средств химизации, что напрямую зависело от генетического потенциала отдельного сорта.

Установлено, что наибольший вклад в изменчивость урожайности и показателей качества у сортов разной спелости яровой пшеницы в условиях Прибайкалья вносили сортовые особенности культуры (доля влияния сорта составила 43,2 %).

Большее количество белка и клейковины – от 16,0 на контроле до 18,6

% при комплексной химизации – содержалось в зерне сортов *Новосибирская 15* и *Ирень* (рис. 9, 10, 11, 12, 13, 14).

По показателю индекса деформации клейковины все исследованные образцы относились к первой и второй группам качества. Значения показателя стекловидности зерна исследованных сортов достоверно не различались по вариантам опыта и составляли, в среднем, около 40 %.

Таким образом, при возделывании сортов яровой пшеницы разных форм и периодов созревания по чистому пару необходимо использовать раннеспелые сорта *Ирень* и *Новосибирская 15* как более пригодные для товарного производства с показателями качества зерна, соответствующими высшему классу для пшениц продовольственного назначения.

Бурятская остистая при любом используемом средстве химизации и погодных условиях более подходит для целей кормопроизводства с её превосходящей все прочие сорта продуктивностью даже в засушливые годы, но невысокими качественными показателями зерна, не позволяющими использовать этот сорт в хлебопекарной промышленности.

Зерно сорта твёрдой пшеницы *Юната*, уступая другим сортам по содержанию белка, количеству и упругости клейковины и натуре зерна, превосходит их по стекловидности и массе 1000 зёрен во всех вариантах опыта даже при недостатке влаги во время вегетационного периода, что позволяет его использовать в производстве макаронных изделий.

Зерно сорта *Тулунская 11* при средней белковости зерна, недостаточном содержании в нём клейковины на контроле и при падении стекловидности в гербицидном варианте по отношению к контролю обладает, тем не менее, упругостью клейковины, относящей зерно данного сорта к I группе качества (хорошая). Такое же качество приобретает зерно сорта *Новосибирская 15* после внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ при наибольшем в данном варианте содержании белка и клейковины (табл. 15 и рис. 11).

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

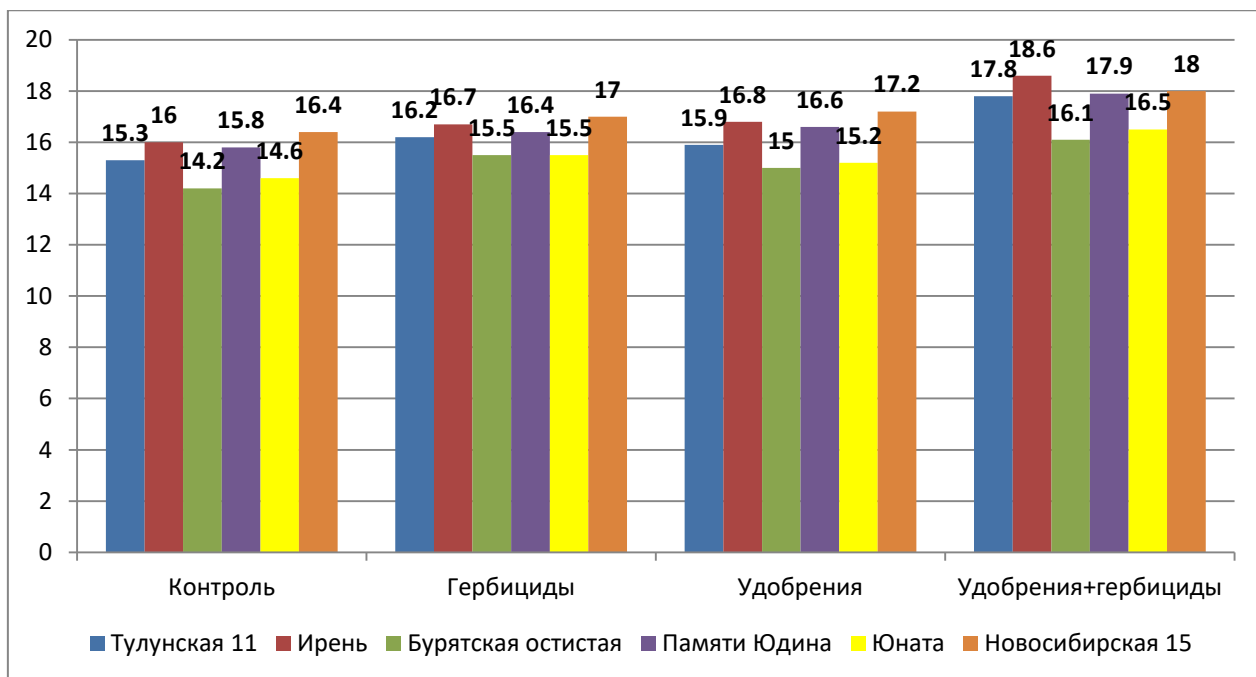


Рисунок 9 – Содержание белка в зерне районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации (среднее за 2016-2019 гг.), %

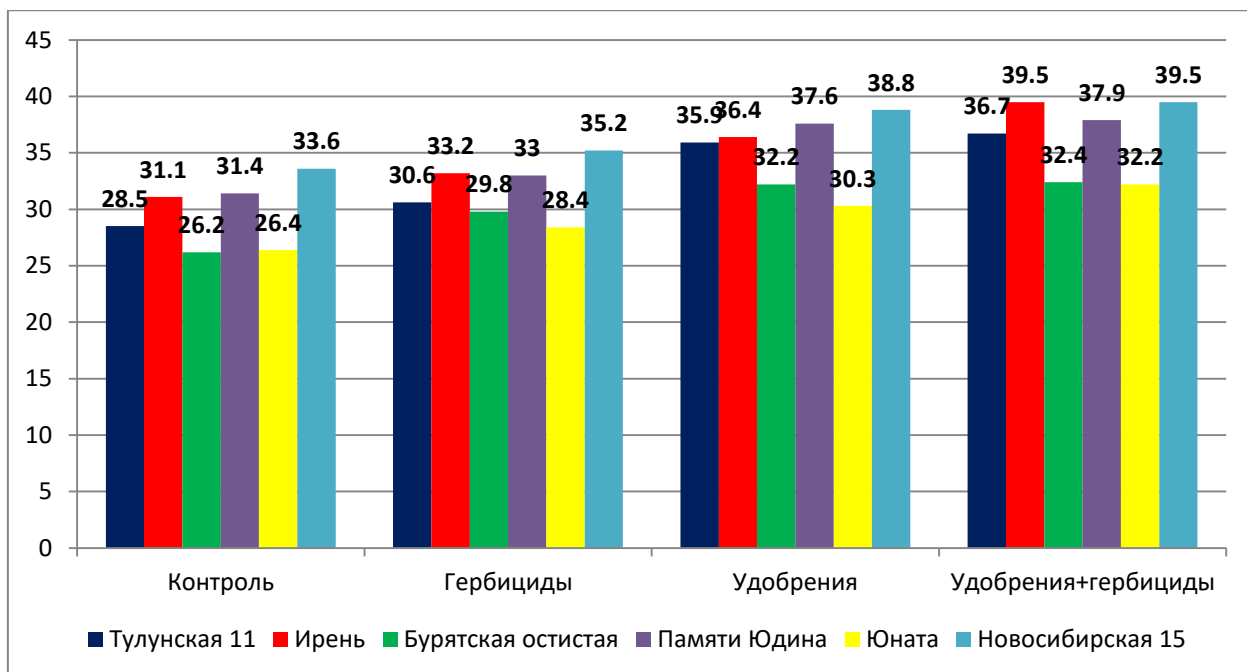


Рисунок 10 – Количество клейковины в зерне районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации (среднее за 2016-2019 гг.), %

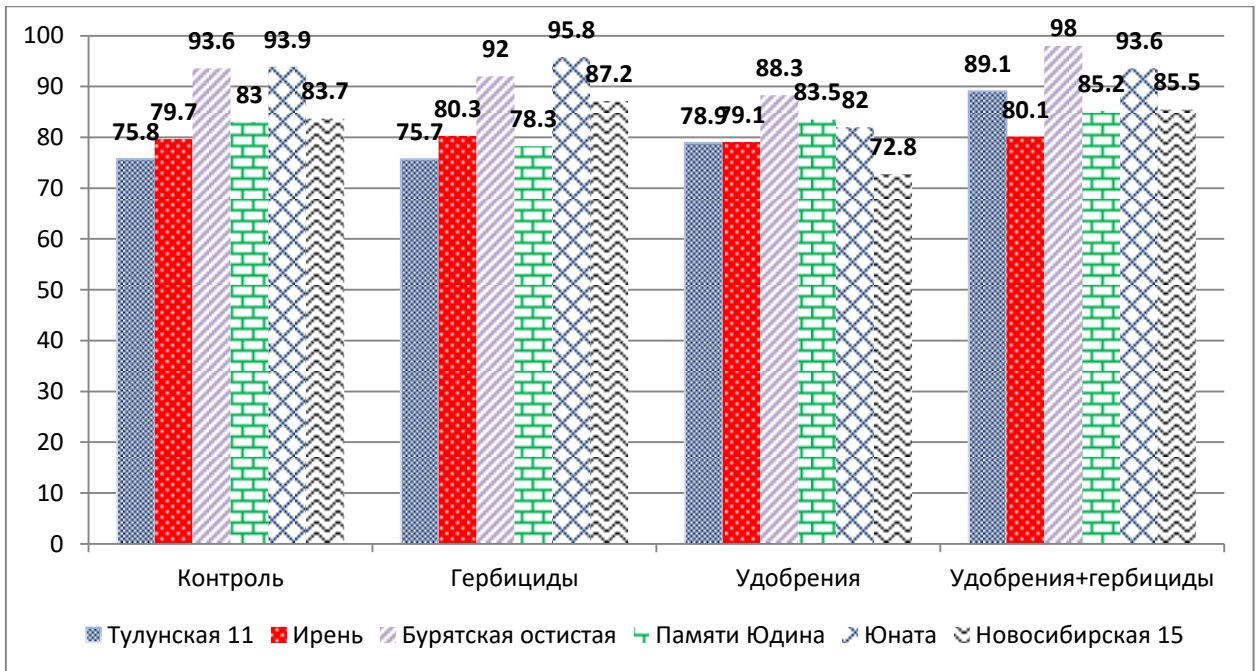


Рисунок 11 – Качество клейковины (упругость) в зерне районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации (среднее за 2016-2019 гг.), ед. шк. ИДК

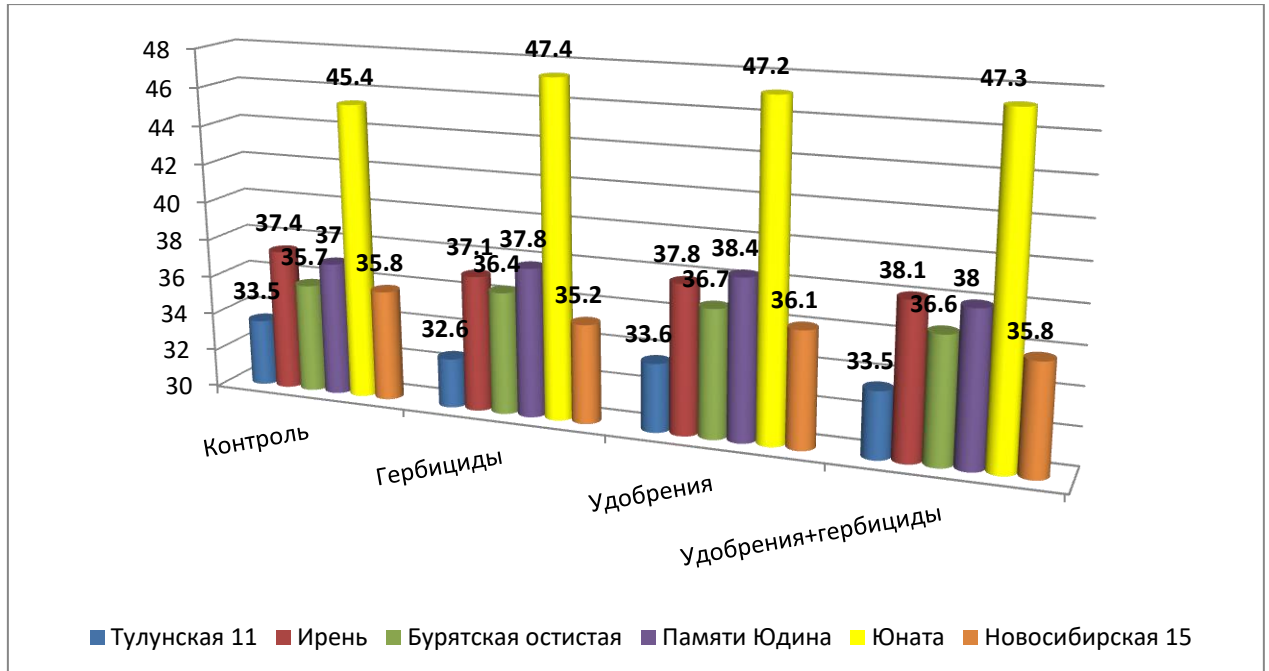


Рисунок 12 – Стекловидность зерна районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации (среднее за 2016-2019 гг.), %

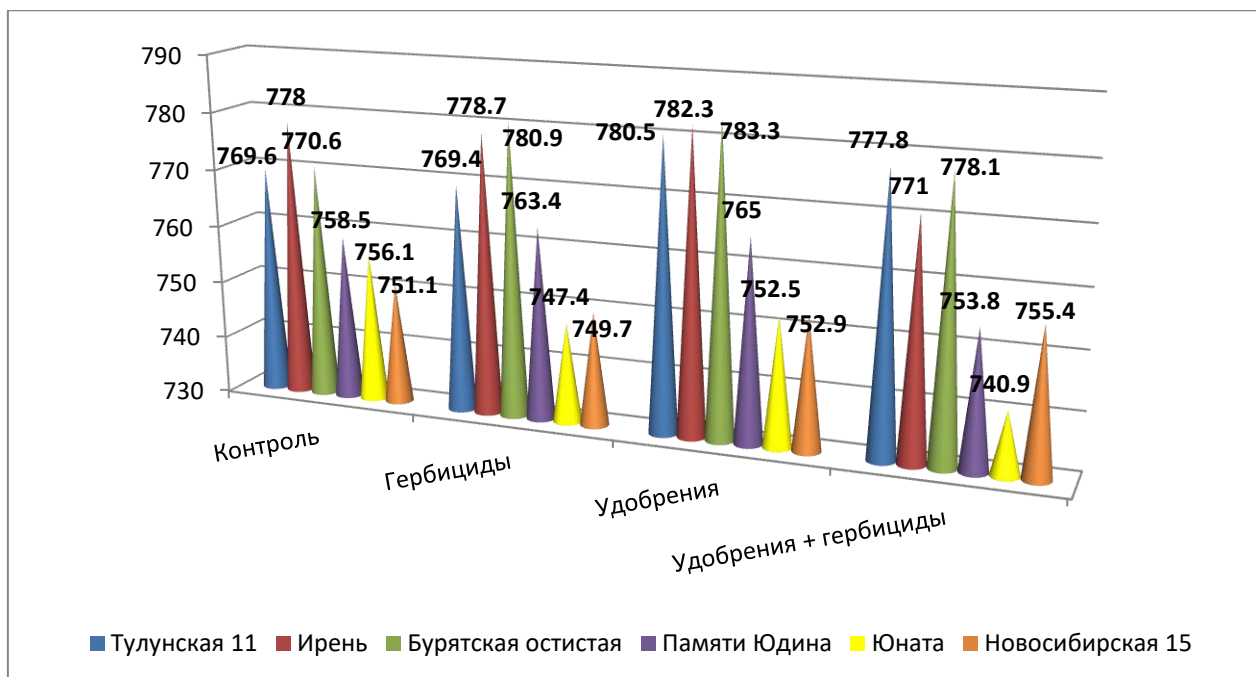


Рисунок 13 – Натура зерна районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации (среднее за 2016-2019 гг.), г/л

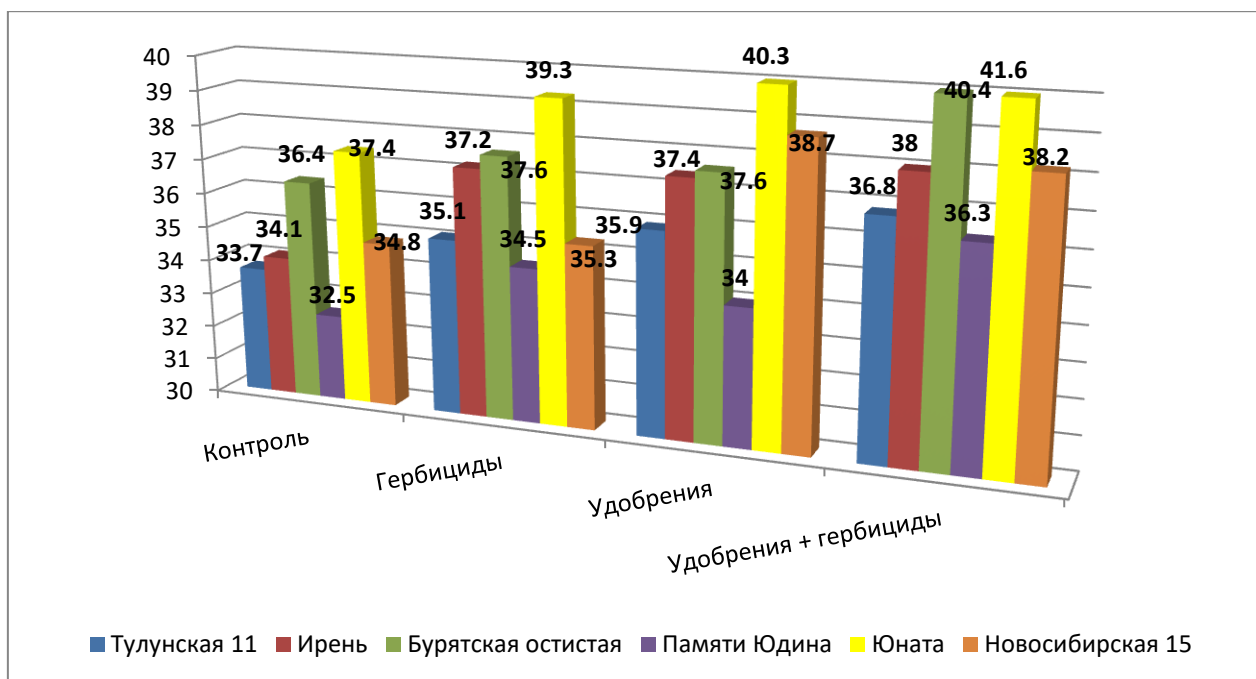


Рисунок 14 – Масса 1000 зёрен районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации (среднее за 2016-2019 гг.), г.

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

5.1 Экономическая оценка возделывания сортов

Переход на рыночную экономику поставил перед учёными новую цель и сопутствующие для её достижения задачи. Прежде всего стал наиболее актуальным вопрос поиска путей снижения производственных затрат и уменьшения себестоимости при неизменном сохранении качества сельскохозяйственной продукции и плодородия почв (Абрамов, Еремина, Еремин, 2010).

Производственные затраты на возделывание яровой пшеницы постоянно увеличиваются в связи с удорожанием ГСМ, техники, средств защиты растений и удобрений. Причём среди всех технологических операций самой энергетически затратной является обработка почвы (Юшкевич, Щитов, Пахотина, 2019).

Поэтому внедрение энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур является приоритетным направлением в структурной перестройке методов ведения растениеводства и является залогом стабильного развития сельскохозяйственного производства, позволяющим снижать затраты труда и ГСМ (Романов, Литау, 2014).

Ресурсосберегающие технологии возделывания пшеницы основаны на рациональном сочетании систем удобрения с приемлемым уровнем основной обработки почвы, позволяющим снижать затраты на производство зерна при одновременном увеличении его валового сбора и улучшении качества продукции (Лазарев и др., 2020).

Использование агротехнологий сопряжено с дополнительными издержками, которые будут тем больше, чем выше уровень интенсификации. В зависимости от уровня агротехнологий будут значительно изменяться как прямые переменные затраты (на семена, удобрения, пестициды), так и

затраты на приобретение техники, и, конечно, на зарплату агрономов и механизаторов (Кирюшин, 1995).

При засорённости посевов сельскохозяйственных культур выше экономического порога вредоносности около 25 % издержек производства зерна приходится на мероприятия по борьбе с сорными растениями, в то время как на защиту от вредителей – 20 % и от возбудителей болезней – 16,5 % (Система земледелия Красноярского края, 2015).

В современных экономических условиях товаропроизводитель, понеся затраты на покупку и внесение минеральных удобрений, должен быть уверен, что они окупятся и дадут прибыль. При грамотном использовании туков можно добиться окупаемости затрат на удобрение сельскохозяйственных культур до 11 рублей на потраченный рубль. Окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая во многом зависит и от подбора оптимальных доз. Так, оплата 1 кг д. в. удобрений прибавкой урожая при увеличении дозы с 20 до 90 кг снижается с 10 до 3 кг (Танделов, Майборода, 2002).

Применение минеральных удобрений при выращивании зерновых культур снижает себестоимость продукции. Такая закономерность вызвана значительной прибавкой урожая при внесении аммиачной селитры (Романов и др., 2018).

Повышение урожайности культур путём интенсификации агротехнологий должно приносить хозяйству дополнительную прибыль. Для этого необходимо соизмерять затраты на применение средств интенсификации с возможными прибавками урожайности от их использования. Эта информация извлекается из результатов многолетних полевых опытов, которые проводят научные учреждения практически во всех регионах страны (Шарков, Сорокин, Колбин, 2019).

Так, результаты длительного применения минеральных удобрений в продолжение 26-летнего стационарного полевого опыта на тёмно-серой лесной почве опытного поля Иркутского НИИСХ показывают, что

окупаемость удобрений колеблется в пределах 1,8-12,0 кг продукции на 1 кг удобрений. Кроме того, установлено, что внесение фосфорно-калийных удобрений без азота является нерациональным и экономически неоправданным приёмом (Мальцев, 2001).

Повышение урожайности и снижение себестоимости пшеницы могут быть достигнуты комплексным применением средств химизации (минеральных удобрений и гербицидов). Практика проведения полевых опытов показывает, что при благоприятных и средних по влагообеспеченности годы себестоимость зерна последовательно снижается по мере интенсификации технологий. В крайне засушливые годы это снижение происходит лишь до уровня показателей нормальных технологий, тогда как дальнейшая интенсификация производства зерна в этих условиях приводит к её росту (Власенко, Шоба, Иодко, 2011).

Наиболее высокая продуктивность и экономическая эффективность производства зерна пшеницы достигается при оптимальных условиях увлажнения. В острозасушливые годы урожайность пшеницы резко снижается и её возделывание по интенсивной технологии нецелесообразно (Власенко и др., 2014).

Эффективность использования в сельскохозяйственном производстве минеральных и органических удобрений, а также других средств химизации, определяется такими экономическими параметрами, как условный чистый доход и уровень рентабельности (Никитин, Якунин, 2016).

При комплексном применении удобрений, особенно их повышенных доз, значительно возрастают затраты, увеличивается себестоимость продукции, снижается рентабельность. Однако рост урожайности поддерживает выход чистого дохода с 1 га на высоком уровне (Султанов и др., 2019).

Так, при возделывании нового сорта яровой пшеницы *Марсианка* получен наибольший чистый доход 15,2 тыс. руб./га при внесении

комплексного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ (Sultanov, Yudin, Gabdrakhimov, 2021).

Сегодняшняя экономическая ситуация ориентирует хозяйства на переход к возделыванию зерновых культур в 2-3-польных зернопаровых севооборотах, независимо от уровня интенсивности применяемых технологий (Власенко и др., 2014).

Интенсификация процесса производства зерна пшеницы достигается, в том числе, внедрением средств химизации в таких оптимальных пропорциях и сочетаниях, которые способны не только увеличить урожайность и повысить качество продукции, но и принести положительный экономический результат (Nakka, et al., 2019).

Среди исследованных сортов яровой пшеницы прямые технологические затраты на 1 т продукции (Сборник нормативных материалов, 2001), не включая расходов на подработку, хранение и реализацию зерна, в контрольном варианте по среднему значению за 2016-2019 гг. были наименьшими у *Памяти Юдина* и *Новосибирской 15* – 6987 и 7118 руб., соответственно (табл. 16 и прил. П, С).

Полученные нами данные по экономической оценке применения минеральных удобрений и гербицидов при возделывании сортов яровой пшеницы показали, что три сорта – *Тулунская 11*, *Бурятская остистая* и *Новосибирская 15* – по всем уровням химизации (особенно в контрольном варианте) оказались экономически эффективными (прил. М, Н, О, П, Р, С). Остальные три сорта (*Ирень*, *Памяти Юдина* и *Юната*) проявили убыточность только при использовании комплексной химизации (удобрения и гербициды).

По основному показателю экономической эффективности – уровню рентабельности – самым выгодным оказался сорт *Бурятская остистая* (прил. О), окупивший в 2,4 раза затраты на его возделывание без средств химизации и в 1,3 раза – на гербицидном фоне (240 и 126 %, соответственно). При самой высокой сумме производственных затрат (23064 руб./га в

варианте с комбинированной химизацией) и самой низкой себестоимости 1 т зерна (2944 руб. на контроле) чистый доход от реализации продукции данного сорта составил от 8836 (удобрения + гербициды) до 18558 руб./га (контрольный вариант).

Таблица 16 – Экономическая эффективность возделывания районированных сортов яровой пшеницы при разных уровнях химизации (среднее за 2016-2019 гг.)

Сорт	Уровень химизации	Урожайность, т/га	Сумма затрат, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Уровень рентабельности, %
Тулунская 11	контроль	1,80	7142	18000	10858	3968	152
	гербициды	1,58	10900	15800	4900	6899	45
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,91	18492	19100	608	9682	3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,46	22496	24600	2104	9145	9
Ирень	контроль	1,54	7220	15400	8180	4688	113
	гербициды	1,46	11023	14600	3577	7550	32
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,92	18657	19200	543	9717	3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,20	22575	22000	-575	10261	-2
Бурятская остистая	контроль	2,63	7742	26300	18558	2944	240
	гербициды	2,61	11564	26100	14536	4431	126
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,01	19178	30100	10922	6371	57
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	3,19	23064	31900	8836	7230	38
Памяти Юдина	контроль	1,64	6987	16400	9413	4260	135
	гербициды	1,53	10780	15300	4520	7046	42
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,01	18420	20100	1680	9164	9
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	1,67	22140	16700	-5440	13267	-25
Юната	контроль	1,23	7433	12300	4867	6043	65
	гербициды	1,58	11373	15800	4427	7198	39
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,26	19077	22600	3523	8441	18
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,20	22887	22000	-887	1040	-4
Новосибирская 15	контроль	1,51	7118	15100	7982	4714	112
	гербициды	1,62	10982	16200	5218	6779	48
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,27	18676	22700	4024	8227	22
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,31	22518	23100	582	9748	3

Менее значительную рентабельность (152 и 135 %) показали сорта *Тулунская 11* и *Памяти Юдина*, соответственно, без применения химизации

(прил. М, П). Однако последний оказался самым убыточным при использовании $N_{60}P_{60}K_{60}$ с гербицидами по показателям чистого дохода (-5440 руб./га) и уровня рентабельности (-25 %).

Средний уровень экономической эффективности продемонстрировали сорта *Ирень* и *Новосибирская 15* (113 и 112 % рентабельности на контроле, соответственно), но второй из них имеет больший экономический потенциал по уровням химизации (48, 22 и 3 против 32, 3 и -2 % у сорта *Ирень*) и комбинации $N_{60}P_{60}K_{60}$ + гербициды – 9 и 3 %, соответственно (прил. Н, С).

Самую низкую эффективность среди всех сортов по варианту без химизации (65 %) показал сорт *Юната*, а при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ (3 %) – *Тулунская 11* и *Ирень* (прил. М, Н).

В среднем, по всем сортам выявлена закономерность снижения в 7,3 раза уровня рентабельности от внесения одних минеральных удобрений по сравнению с контролем. В этом отношении применение гербицидов без удобрений выглядит более предпочтительным при уровне засорённости посевов, превышающем экономический порог вредоносности. Вариант с комплексной химизацией при уровне рентабельности 38 % подходит преимущественно для сорта *Бурятская остистая* и совершенно неприемлем для сортов *Памяти Юдина*, *Юната* и *Ирень* с отрицательным значением данного показателя.

В целом, ни один сорт не дал роста экономического эффекта от применения уровней химизации. По мере наращивания используемых средств химизации по вариантам опыта возрастали производственные затраты, не поддерживаемые соответствующим ростом урожайности, что приводило к завышению себестоимости зерна, а следовательно, формированию низкого чистого дохода. Это обусловлено весомой долей в сумме затрат минеральных удобрений и гербицидов, стремительно растущие цены на которые опережают рост стоимости продажи готовой продукции. Возникает пресловутый “диспаритет цен”, когда доход от реализации зерна не покрывает вложенные в его производство финансовые средства.

5.2 Биоэнергетическая оценка сортов

Расчёт энергетической эффективности возделывания районированных сортов яровой пшеницы показал, что наилучший показатель энергетического коэффициента отмечен у сорта *Бурятская остистая* в контрольном варианте. Он же обеспечил наибольший прирост валовой энергии при полном применении средств химизации (табл. 17).

Таблица 17 – Энергетическая оценка технологии возделывания районированных сортов яровой пшеницы при разных уровнях химизации (среднее за 2016-2019 гг.)

Сорт	Уровень химизации	Урожайность, т/га	Энергетическая оценка	
			приращение валовой энергии, КДж/га	коэффициент энергетической эффективности
Тулунская 11	контроль	1,80	8,1	1,37
	гербициды	1,58	4,2	1,19
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,91	9,7	1,45
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,46	18,5	1,84
Ирень	контроль	1,54	7,9	1,45
	гербициды	1,46	2,2	1,10
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,92	9,9	1,45
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,20	14,2	1,64
Бурятская остистая	контроль	2,63	25,9	2,48
	гербициды	2,61	21,1	1,97
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,01	27,8	2,28
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	3,19	30,5	2,38
Памяти Юдина	контроль	1,64	9,6	1,55
	гербициды	1,53	3,3	1,15
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,01	11,4	1,52
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	1,67	5,5	1,25
Юната	контроль	1,23	2,8	1,16
	гербициды	1,58	4,2	1,19
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,26	15,5	1,71
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,20	14,2	1,64
Новосибирская 15	контроль	1,51	7,4	1,43
	гербициды	1,62	4,8	1,22
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,27	15,6	1,72
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды	2,31	16,0	1,73

В целом, ни один из исследованных сортов по всем вариантам опыта не имел коэффициент энергетической эффективности ниже 1, что позволяет сделать вывод о биоэнергетической эффективности возделывания сортов яровой пшеницы в условиях Иркутской области при разных уровнях химизации.

Заключение

1. Все изученные шесть сортов яровой пшеницы разных групп спелости показали неодинаковые результаты, как по уровню урожайности, так и по качеству зерна. Эти различия в большей степени обусловлены генетическим потенциалом каждого 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 уступает другим сортам, что подтверждает целесообразность использования его на фуражные цели, независимо от уровня химизации.

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

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.

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

Все районированные сорта яровой пшеницы обеспечивают массу 1000 зёрен от 32,5 до 41,6 г, независимо от уровней химизации, и превосходят базовый показатель (30 г).

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

5. Экономический эффект от применения разных уровней 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*) 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 в варианте совместного возделывания их с удобрениями и гербицидами. Отсюда возникает вопрос о целесообразности использования рядовыми хозяйствами химических средств защиты растений и удобрений в случае, если зерно повышенного качества от их применения не будет окупаться вложенными затратами на его производство.

6. Все районированные сорта яровой пшеницы обеспечивают достаточно высокие показатели биоэнергетической эффективности.

Полученные результаты могут служить теоретической основой для внедрения технологий возделывания сортов яровой пшеницы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

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 ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов Н.В., Еремина Д.В., Еремин Д.И. Агроэкономическое обоснование применения минеральных удобрений под яровую пшеницу в Северном Зауралье // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 5. – С. 11–17.
2. Абрамов Н.В., Семизоров С.А., Шерстобитов С.В. Земледелие с использованием космических систем // Земледелие. – 2015. – № 6. – С. 13–18.
3. Абрамов Н.В., Шерстобитов С.В., Абрамов О.Н. Дифференцированное внесение минеральных удобрений с использованием космических систем // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 2 (14). – С. 2–8.
4. Агеева Е.В., Лихенко И.Е. Качество зерна раннеспелых и среднеранних сортов яровой мягкой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. – № 6 (259). – С. 28–34.
5. Агроклиматический справочник по Иркутской области / Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Иркут. упр. гидрометеорол. службы. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 159 с.
6. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Иркутской области / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов и др. – Иркутск: Издательство ИрГАУ, 2015. – 132 с.
7. Актуальные приёмы адаптивной агротехники в условиях усиления засух в Иркутской области / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов и др. – Иркутск: Изд-во ИрГАУ, 2017. – 180 с.
8. Актуальные приёмы адаптивной агротехники полевых культур для устойчивого развития земледелия в Иркутской области / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов и др. – Иркутск: ООО “Мегапринт”, 2019. – 232 с.
9. Алтухов А.И. Производству высококачественной пшеницы необходима государственная поддержка // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 3 (23). – С. 15–23.

10. Амелин А.В. Роль сорта в формировании урожая / А.В. Амелин, Е.Ф. Азарова, Н.И. Куликов // Земледелие. – 2002. – № 1. – С. 42.
11. Амунова О.С. Влияние метеоусловий превегетации на урожайность и урожайные качества семян мягкой яровой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 20 (5). – С. 437–446. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.5.437-446.
12. Ананьев В.А. Продолжительность вегетационного периода пшеницы на юге Красноярского края // Сб. науч. тр. ОмСХИ. – Омск, 1981. – Т. 88. – С. 50–54.
13. Аринушкина Е.Е. Руководство по химическому анализу почв. – Изд-во Московского гос. университета. – 1970. – 488 с.
14. Арустамов Г.Н. Влияние нормы высева и плодородия почвы на структуру урожая яровой пшеницы в условиях Ульяновской области // Труды Ульяновского с.-х. института – Т. 5. – Вып. 1. – 1957.
15. Ахтариева М.К. Физические свойства зерна сортов яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья / М.К. Ахтариева, Р.И. Белкина, Л.А. Сердюкова, К.В. Моисеева // Вестник КрасГАУ. – Вып. 3 (№ 138). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2018. – С. 3–8.
16. Баталова Г.А. Особенности возделывания яровых зерновых культур / Инновационное развитие растениеводства в Республике Марий Эл. – Йошкар-Ола, 2010.
17. Бегеулов М.Ш. Статистический анализ технологических показателей качества зерна // Агрохимия. – 2002. – № 10. – С. 68–73.
18. Бекетов А.Д., Ивченко В.К., Бекетова Т.А. Земледелие Восточной Сибири. – Красноярск, 2010. – 388 с.
19. Белек А.Н., Соловьева В.М., Порядина Е.А. Агроэкологический мониторинг почв земледельческой территории Республики Тыва // Агрохимический вестник. – 2017. – № S2. – С. 55–58.

20. Белкина Р.И. Сорт как фактор повышения качества зерна в условиях ресурсосбережения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 2. – С. 102–104.

21. Белкина Р.И., Масленко М.И. Роль удобрений и азотной подкормки в повышении качества зерна пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 2. – С. 35–38.

22. Берсенева М.Л. Содержание некоторых тяжёлых металлов в зерне пшеницы // Вестник КрасГАУ. – Вып. 2 (№ 137). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2018. – С. 266–272.

23. Богдан П.М., Коновалова И.В., Клыков А.Г. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Приморского края // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 1. – С. 16–20. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10103.

24. Булыгин С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве. – Днепропетровск, 2007. – 100 с.

25. Буссенго Ж.Б. Избранные произведения по физиологии растений и агрохимии. – Москва-Ленинград, 1936.

26. Вакар А.Б., Архипова Е.И. О клейковине в созревающем зерне пшеницы // Труды ВНИИЗ. – Вып. 35. – Биохимия зерна, 1958. – С. 119–124.

27. Василова Н.З. Влияние условий выращивания на формирование урожайности яровой мягкой пшеницы / Н.З. Василова, Д.-л. Ф. Асхадуллин, Д.-Р. Ф. Асхадуллин и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 41–43.

28. Василова Н.З. Формирование качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы / Н.З. Василова, Д.-Л. Ф. Асхадуллин, Д.-Р. Ф. Асхадуллин и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 42–44.

29. Ведров Н.Г. Влияние экологических условий на формирование урожая и его качество // Яровая пшеница в Восточной Сибири. – Красноярск, 1998. – С. 170–199.

30. Власенко А.Н. Влияние комплексной химизации и минимизации обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы / А.Н. Власенко, В.Е. Синещев, Г.И. Ткаченко, Н.В. Васильева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 5 (234). – С. 5–9.

31. Власенко А.Н. Экономические аспекты интенсификации технологий возделывания зерновых культур в лесостепи Сибири / А.Н. Власенко, И.Н. Шарков, В.Н. Шоба, Л.Н. Иодко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 5 (240). – С. 20–28.

32. Власенко А.Н., Шоба В.Н., Иодко Л.Н. Комплексное использование средств химизации при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири: Рекомендации. – Новосибирск, 2011. – 32 с.

33. Власенко А.Н. Продуктивность яровой пшеницы по пару при различных технологиях в лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко, В.Н. Шоба, И.Н. Шарков, Л.Н. Иодко // Земледелие. – № 5. – 2014. – С. 26–28.

34. Власенко Н.Г. Сорные растения и борьба с ними при возделывании зерновых культур в Сибири / Н.Г. Власенко. – Новосибирск: Рос. акад. с.-х. наук, 2007. – 126 с.

35. Волошин Е.И. Применение удобрений и урожайность сельскохозяйственных культур в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. – Вып. 8 (№ 119). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2016. – С. 150–157.

36. Вопросы теории питания растений и применения удобрений: доклад д-ра с.-х. наук А.В. Соколова. – Москва, 1957. – 17 с.

37. Габдрахимов О.Б. Влияние минеральных удобрений на рост и развитие растений и структуру урожайности новых сортов яровой пшеницы в условиях Прибайкалья / О.Б. Габдрахимов, В.В. Красношапка, Ф.С. Султанов, А.А. Юдин // Вестник ИрГСХА. – № 91. – Иркутск: изд-во Иркутского ГАУ, 2019. – С. 40–48.

38. Галеева Л.П. Особенности питания и урожайность пшеницы при разных способах внесения удобрений // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 9-10 (222). – С. 18–25.

39. Гилев С.Д. Агроэкологические и экономические показатели возделывания яровой пшеницы с применением средств химизации в Зауралье / С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко, А.Н. Копылов, Ю.В. Суркова, В.П. Ефремов // Агрохимия. – 2020. – № 3. – С. 49–54.

40. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.

41. Гончаров П.Л., Крестьянинова Н.Г., Савенкова Е.З. Интенсификация производства зерна в Приангарье. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1978. – 152 с.

42. Горбачева Т.В. Эффективность гербицидов при комплексном засорении посевов яровой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири / Т.В. Горбачева, Н.А. Рендов, Е.В. Некрасова, С.И. Мозылева // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – № 11 (85). – С. 5–8.

43. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зёрен или 1000 семян. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 5 с.

44. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – М.: Стандартинформ, 2009. – 8 с.

45. ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности. – М.: Стандартинформ, 2009. – 4 с.

46. ГОСТ 12037-81. Методы определения чистоты и отхода семян. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

47. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2011. – 30 с.

48. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян: межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2011. – 4 с.
49. ГОСТ 13586.5-2015. Метод определения влажности зерна. – М.: Стандартинформ, 2016.
50. ГОСТ 23740-79 Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ.
51. ГОСТ 26212-91 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. – М., 1992. – 5 с.
52. ГОСТ 26483-85 Приготовление солевой вытяжки и определение её рН по методу ЦИНАО – М., 1985. – 7 с.
53. ГОСТ 26951-86 Определение нитратов ионометрическим методом. – М., 1986. – 7 с.
54. ГОСТ 27821-88 Определение суммы поглощённых оснований по методу Каппена – М., 1988. – 5 с.
55. ГОСТ 28268-89. Методы определения влажности почвы. – М.: Стандартинформ, 2006.
56. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – С. 4–5.
57. ГОСТ Р 52554-2006. Пшеница. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2006. – 31 с.
58. ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. – М.: Стандартинформ, 2012. – 20 с.
59. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО М., 2013. – 7 с.
60. ГОСТ Р 54895-2012. Зерно. Методы определения природы. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
61. ГОСТ Р 58596-2019 Почвы. Методы определения общего азота.

62. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1. – М. – 2018. – С. 10–15.
63. Государственный реестр селекционных достижений. – URL: (<http://reestr.gossort.com/reestr/culture/2>).
64. Гребенников С.Д. Анализ урожая и элементов урожайности пшеницы Цезиум 3 // Труды Омского с.-х. института, 1983. – С. 92–101.
65. Грязина Ф.И., Кириллов В.Г. Обработка почвы борьба с сорняками в посевах яровой пшеницы. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГУ, 2008. – 145 с.
66. Дабаева М.Д. Оптимизация агротехнических приёмов возделывания зерновых культур в Бурятии: монография / М.Д. Дабаева; ФГБОУ ВПО «БГСХА им. В.Р. Филиппова». – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2013. – 171 с.
67. Демиденко Г.А. Морфометрические особенности проростков семян разных сортов яровой пшеницы при использовании азотных удобрений // Вестник КрасГАУ. – Вып. 6 (№ 159). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 20–27.
68. Демиденко Г.А., Романов В.Н. Влияние гербицидов на продукционную способность яровой пшеницы в лесостепной зоне Красноярского края // Вестник Ом. ГАУ. – 2016. – № 2 (22). – С. 11–15.
69. Денисов Е.П. Влияние энергосберегающих обработок почвы на засорённость посевов яровой пшеницы / Е.П. Денисов, Ф.П. Четвериков, А.С. Линьков, А.Д. Яников // Нива Поволжья. – 2014. – № 2 (31). – С. 8–14.
70. Державин Л.М. Научно-методологические основы проектирования применения удобрений в ресурсосберегающих технологиях // Плодородие. – 2011. – № 3. – С. 19–22.
71. Державин Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Колос, 1992. – 272 с.
72. Дмитриев Н.Н. Эффективность минеральных удобрений на фоне их длительного внесения при возделывании яровой пшеницы / Н.Н.

Дмитриев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 2. – С. 31–33.

73. Дмитриев Н.Н., Гамзиков Г.П. Систематическое применение удобрений как фактор стабилизации плодородия серых лесных почв и продуктивности зерновых культур в зернопаровом севообороте // Агрохимия. – 2015. – № 2. – С. 3–12.

74. Дорохов Л.М. Минеральное питание как фактор повышения фотосинтеза и урожая сельскохозяйственных растений / Л.М. Дорохов // Труды Кишинёвского сельскохозяйственного института. – 1957. – Т. 13. – С. 35–40.

75. Дорохов Л.М. Общие показатели влияния азота, фосфора, калия на физиологические процессы пшеницы, ячменя, сои / Л.М. Дорохов // Труды Кишинёвского сельскохозяйственного института. – 1959. – Т. 20. – С. 171–184.

76. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд-во 6-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2011. – 351 с.

77. Дурнев Г.И. Научный анализ проблем и достижений при возделывании сельскохозяйственных культур в России / Г.И. Дурнев // Вестник ОрелГАУ. – 2007. – № 3. – С. 14–19.

78. Егоров Г.А. Управление технологическими свойствами зерна. – Воронеж, 2000. – 348 с.

79. Едимеичев Ю.Ф., Шпедт А.А. Моделирование продуктивности яровой пшеницы в агроландшафтах Красноярского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 2 (249). – С. 5–12.

80. Емельянов А.М. Технология полевого кормопроизводства Бурятии: учебное пособие / А.М. Емельянов, А.Б. Бутуханов. – ФГБОУ ВПО «БГСХА им. В.Р. Филиппова». – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2015. – 386 с.

81. Ерёмин Д.И., Моисеев А.Н. Продуктивность севооборотов на чернозёме, выщелоченном в северной лесостепи Тюменской области // Земледелие. – 2013. – № 5. – С. 10–11.

82. Житов В.В., Дыня Я.М., Русакова М.В. Устойчивость урожайности яровой пшеницы в лесостепи Приангарья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 11-12 (223). – С. 26–32.

83. Журавлева Е.В. Система увеличения производства высококачественного зерна пшеницы / Е.В. Журавлева, Н.З. Милащенко, С.Н. Сапожников, С.В. Трушкин // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 3. – С. 7–10.

84. Жученко А.А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика) / А.А. Жученко // Трибуна Академии Наук. – М.: Агрорус, 2008. – Вып. 5. – 96 с.

85. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. – Кишинёв, 1980. – 588 с.

86. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений: теория и практика // Сельскохозяйственная биология. – 1995. – № 3. – С. 4–31.

87. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.

88. Землянухин А.А. Влияние орошения на обмен веществ в растениях / А.А. Землянухин // Биологические основы орошаемого земледелия. – Москва, 1957. – С. 552–564.

89. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность / В.А. Зинченко. – М.: Колос, 2005. – 232 с.

90. Зотикова А.П., Сучкова С.А., Березюк А.А. Оценка сортов и гибридов яровой пшеницы в условиях Томской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 3 (232). – С. 52–58.

91. Иванов А.А. Земледелие должно быть адаптивным, дифференцированным / А.А. Иванов // Земледелие. – 2006. – № 2. – С. 2–3.
92. Иванова И.Ю., Волкова Л.В. Изменчивость хозяйственно ценных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности // Аграрная наука Евро-СевероВостока. – 2019. – Т. 20. – № 6. – С. 567–574.
93. Ивченко В.К. Роль энергосберегающих приёмов основной обработки почвы в формировании массы 1000 зёрен яровой пшеницы на чернозёме выщелоченном Красноярской лесостепи / В.К. Ивченко, З.И. Михайлова, И.О. Ильченко, М.В. Луганцева // Вестник КрасГАУ. – Вып. 8 (№ 149). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2019. – С. 24–31.
94. Икусов Р.А. Особенности формирования урожая и качества зерна у современных сортов пшеницы яровой / Р.А. Икусов, А.В. Амелин, Е.И. Чекалин, В.В. Заикин, В.И. Мазалов, В.Т. Городов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – № 8. – 2019. – С. 133–138.
95. Инновационные технологии в земледелии и растениеводстве Иркутской области. Научно-производственные рекомендации / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов и др. – Иркутск: Изд-во ФГБОУ ВО «Иркутский ГАУ», 2021. – 216 с.
96. Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П. Биохимия зерна и зернопродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.
97. Калинин А.Ф. Особенности питания скороспелых и позднеспелых сортов озимой пшеницы / А.Ф. Калинин // Доклады Академии наук СССР. – 1954. – Т. 96. – № 2. – С. 351–353.
98. Канаш Е.В. Продуктивность и оптические характеристики трёх сортов пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при известковании и внесении азотных удобрений / Е.В. Канаш, А.В. Литвинович, А.О. Ковлева и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – № 1. – С. 61–71.
99. Келер В.В. Варьирование содержания количества клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы под влиянием метеорологических условий

Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – Вып. 2 (№ 155). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 58–62.

100. Келер В.В., Хижняк С.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. – Вып. 6 (№ 147). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2019. – С. 28–34.

101. Кинчаров А.И. Изучение коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы по скороспелости / А.И. Кинчаров, Е.А. Дёмина, Т.Ю. Таранова и др. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 10 (1). – С. 136–141.

102. Кинчаров А.И., Таранова Т.Ю., Демина Е.А. Специфическая реакция сортов яровой мягкой пшеницы на погодные условия // Вестник КрасГАУ. – Вып. 9 (№ 162). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 61–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-61-68.

103. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 2010. – 687 с.

104. Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство / В.И. Кирюшин; под ред. акад. РАСХН В.И. Кирюшина, акад. РАСХН А.Л. Иванова. – М.: Росинформагротех, 2005. – 794 с.

105. Кирюшин В.И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 3–7.

106. Кирюшин В.И. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.И. Кирюшин. – М., 1995. – 81 с.

107. Киселёв П.Г. Сроки и способы внесения минеральных удобрений под яровую пшеницу при орошении в Заволжье: автореф. дисс... канд. с.-х. наук / П.Г. Киселёв; Саратовский сельхозинститут. – Саратов, 1954. – 16 с.

108. Коданев И.М. Повышение качества зерна. – М.: Колос, 1976. – 303 с.
109. Козьмина Н.П. Зерно и продукты его переработки / Н.П. Козьмина. – Москва: Заготиздат, 1961. – 520 с.
110. Колосов И.И. Влияние условий минерального питания на формирование корня как органа поглощения / И.И. Колосов // Памяти академика Д.Н. Прянишникова: сборник научных трудов. – Москва, 1950. – С. 14–18.
111. Кондратенко Е.П. Сравнительная характеристика урожайности и качества зерна сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах / Е.П. Кондратенко, Е.А. Егушова, А.А. Косолапова, И.А. Сергеева, М.А. Яковченко // Вестник КрасГАУ. – Вып. 6 (№ 117). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2016. – С. 105–112.
112. Коринец В.В. Системно-энергетический подход к изучению агроценоза / В.В. Коринец. – Волгоград: Изд-во Волгогр. ГАУ. – 1985. – 15 с.
113. Кудеяров В.Н. Баланс азота, фосфора и калия в земледелии России // Агрохимия. – 2018. – № 10. – С. 3–11.
114. Кудеяров В.Н. Современная оценка вклада удобрений в агрогеохимический цикл азота, фосфора и калия на территории России // Агрохимические свойства почв и приёмы их регулирования. IV Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения: мат-лы межд. научн.-практ. конф. – Новосибирск, 2009. – С. 33–45.
115. Кузнецова А.И. Агрохимическая характеристика почв Иркутской области. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1964. – 100 с.
116. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья / В.А. Кузьмин; под ред. В.А. Снытко. – Новосибирск: Наука, 1988. – 174 с.
117. Кукса И.Н. Влияние условий минерального питания на стадийное развитие растений // Советская агрономия. – 1939. – № 8. – С. 55–60.

118. Кулешов Н.Н. Произрастание яровой пшеницы на полях Омской области. – Омск, 1974. – 153 с.

119. Кунгурова С.А. Видовой состав сорной растительности юго-восточного агроландшафтного района Иркутской области // Вестник ИрГСХА. – № 85. – Иркутск: изд-во Иркутского ГАУ, 2018. – С. 32–38.

120. Курдюков Ю.Ф., Левицкая Н.Г., Лощина Л.П. и др. Зависимость урожая яровой пшеницы от вида севооборота и метеорологических условий // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 41–43.

121. Лазарев В.И. Сравнительная оценка технологий возделывания яровой мягкой пшеницы с различным уровнем интенсификации в условиях Курской области / В.И. Лазарев, Р.И. Лазарева, Б.С. Ильин и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 5. – С. 24–27. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10504.

122. Левицкий А.Ю. Основные закономерности действия вегетационных факторов на рост и урожай растений / А.Ю. Левицкий. – Свердловск: тип. «Урал. Рабочий», 1936. – 59 с.

123. Лепехов С.Б., Коробейников Н.И. Модель урожайных сортов яровой мягкой пшеницы для степной зоны Алтайского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 1 (230). – С. 23–29.

124. Липский С.И., Пантюхов И.В., Ивченко В.К. Эффективность гербицидов АО "Байер" в борьбе с сорными растениями в посевах зерновых культур // Вестник КрасГАУ. – Вып. 3 (№ 138). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2018. – С. 12–19.

125. Личко Н.М. Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110305 "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" / Н.М. Личко. – Москва: ДеЛи плюс, 2013. – 512 с.

126. Логинов Ю.П., Казак А.А., Юдин А.А. Сортовые ресурсы яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири и совершенствование их на перспективу

// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 3 (226). – С. 18–24.

127. Макеев О.В. Дерново-таёжные почвы юга Средней Сибири / О.В. Макеев. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1959. – 180 с.

128. Мальцев В.Т. Азотные удобрения в Приангарье / РАСХН. Сиб. отделение. Иркутский НИИСХ; Отв. ред. Г.П. Гамзиков. – Новосибирск, 2001. – 272 с.

129. Мальцев Т.С. Раздумья о земле, о хлебе. – М.: Наука, 1985. – 296 с.

130. Мануйлов В.М., Щербинина З.А. Биологическая эффективность гербицидов в различных зонах Алтайского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 6 (235). – С. 5–10.

131. Марченко Д.М. Взаимосвязи между урожайностью и элементами её структуры у сортов мягкой озимой пшеницы // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – № 68 (04). – С. 309–320.

132. Мелешкина Е.П. Современные требования к качеству зерна и муки из пшеницы и их стандартизация // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов: Сб. мат-лов 14-й Всероссийской научно-практической конференции (5-9 июня 2017 г.), КФ ФГБНУ «ВНИИЗ» [Электронный ресурс]. Анапа, 2017. – С. 5–12. URL: <http://vniiz.org/science/publication/article-243> (дата обращения: 15.11.2018).

133. Мельник В.И. Эволюция систем земледелия – взгляд в будущее // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 8–12.

134. Мерзлая Г.Е., Понкратенкова И.В., Гаврилова А.Ю. Агроэкологическая оценка длительного применения органических и минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы в агротехнологиях разной интенсивности // Агрехимия. – 2019. – № 9. – С. 18–25.

135. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй, зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М., 1989. – 194 с.

136. Минеев В.Г., Павлов А.Н. Агрохимические основы повышения качества зерна. – Тюмень, 2005. – 287 с.

137. Митрофанова О.П., Хакимова А.Г. Новые генетические ресурсы в селекции пшеницы на увеличение содержания белка в зерне // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20. – № 4. – С. 545–554.

138. Мотров А.А. Сортовые различия у яровой пшеницы в реакции на удобрения в условиях / А.А. Мотров // Агротехника: Сборник диссертационных работ по агротехнике пшеницы, конопли и люпина. – Москва; Ленинград: Изд-во ВАСХНИЛ, 1937. – 280 с.

139. Неклюдов А.Ф., Ермохин Ю.И. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 1994. – 43 с.

140. Неттевич Э.Д. Зерновые фуражные культуры / Э.Д. Неттевич, А.Е. Сергеев, В.В. Лызлов. – М.: Россельхозиздат. – 1974. – 191 с.

141. Никитин С.Н., Якунин А.И. Влияние средств химизации и биологизации на эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 28–32.

142. Никитина В.И., Федосенко Д.Ф. Оценка образцов яровой мягкой пшеницы сибирской селекции по адаптивности в условиях Красноярской лесостепи// Вестник КрасГАУ. – Вып. 1 (№ 154). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 47–52.

143. Носатовский А.И. Об урожае зерна и элементах, слагающих его // Труды Кубанского сельскохозяйственного института. – 1954. – Вып. 1 (29). – С. 21–46.

144. Носатовский А.И. Пшеница. Биология. Изд. 2-е, доп. – М.: изд-во “Колос”, 1965. – 568 с.

145. Носатовский А.И. Эффективность фосфорнокислых удобрений на урожай яровой пшеницы / А.И. Носатовский // Сборник научно-исследовательских работ Азово-Черноморского с.-х. института. – Ростов-на-Дону. – 1934. – Вып. 2. – С. 13–15.

146. Окладников А.П. История Якутии. – Якутск, 1949. Том 1. Прошлое Якутии до присоединения к Русскому государству.

147. Олешко В.П., Яковлев В.В., Гаркуша А.А. Влияние технологий возделывания на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 2 (218). – С. 17–22.

148. Особенности технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учётом влагообеспеченности пашни в Иркутской области / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов и др. – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2018. – 62 с.

149. Пакуль А.Л. Основные факторы, влияющие на продуктивность агроценозов яровой мягкой пшеницы / А.Л. Пакуль, Н.А. Лапшинов, Г.В. Божанова, В.Н. Пакуль // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2018. – Т. 48. – № 6. – С. 21–29.

150. Пасынков А.В., Дубовик Д.В., Пасынкова Е.Н. Прогноз содержания сырой клейковины в зерне пшеницы на основе уравнений множественной регрессии // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 8–14.

151. Пасынков А.В., Пасынкова Е.Н. Статистические зависимости основных показателей качества зерновых культур // Агрохимия. – 2011. – № 2. – С. 24–40.

152. Пахотина И.В. Особенности формирования содержания белка в зерне пшеницы мягкой яровой в условиях Западной Сибири / И.В. Пахотина, Е.Ю. Игнатьева, Л.П. Россеева, И.А. Белан, Л.В. Омелянюк // Вестник КрасГАУ. – Вып. 5 (№ 170). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2021. – С. 37–45. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-37-45.

153. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Влияние применения туковых смесей на биометрические показатели яровой пшеницы и эффективность её возделывания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. – № 1 (254). – С. 12–17.

154. Писарев В.Е. Биологические минимумы культуры яровой пшеницы // Опытная агрономия. – 1941. – № 6. – С. 33–41.

155. Писарев В.Е. Как повысить урожаи яровых и озимых культур / В.Е. Писарев, А.С. Бардеева, В.С. Жадаев. – Москва: Моск. рабочий, 1951. – 36 с.

156. Писарев В.Е. Московка краснозёрная: [Высокоурожайный сорт яровой пшеницы] / В.Е. Писарев, М.Д. Жилкина // Селекция и семеноводство. – 1956. – № 4. – С. 22–26.

157. Плеханова Л.В., Шевцова Л.Н. Моделирование хлебопекарных показателей зерна мягкой яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. – Вып. 2 (№ 137). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2018. – С. 26–31.

158. Подвалкова И.А. К вопросу о характере минерального питания яровой пшеницы в онтогенезе / И.А. Подвалкова // Физиология растений. – 1962. – Т. 9. – Вып. 1. – С. 48–52.

159. Полубояринова А.Н. Об уровне совершенства технологии возделывания яровой пшеницы в условиях лесостепи / А.Н. Полубояринова, Е.В. Мельникова, Н.М. Мордвинова, А.А. Беляков // Вестник КрасГАУ. – Вып. 9 (№ 162). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 78–85. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-78-85.

160. Попова В.И. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений в полевом зернопаровом восьмипольном севообороте на обыкновенном чернозёме при традиционной и ресурсосберегающей системах земледелия / В.И. Попова, В.А. Чудинов, Е.П. Болдышева, А.И. Бекмагамбетов // Вестник КрасГАУ. – Вып. 7 (№ 160). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 16–25.

161. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д.Н. Пряшников. – Москва; Ленинград : Сельхозгиз, 1945. – 197 с.

162. Прянишников Д.Н. О влиянии внутренних и внешних условий на отношение растений к аммиачному и нитратному азоту / Д.Н. Прянишников // Из результатов вегетационных опытов и лабораторных работ. – Ленинград: Химтеорет., 1935. – Т. 16. – С. 1–25.

163. Прянишников Д.Н. О влиянии реакции почвы и удобрений на рост растений и урожай / Д.Н. Прянишников. – 1931. – № 1. – С. 53–60.

164. Пушкарев Д.В., Чурсин А.С., Кузьмин О.Г. и др. Корреляция урожайности с элементами продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях степной зоны Омской области // Вестник Омского ГАУ. – 2018. – № 3 (31). – С. 26–35.

165. Романов В.Н., Демиденко Г.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при использовании азотных удобрений в агроценозах Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. – Вып. 4 (№ 157). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 31–36.

166. Романов В.Н., Демиденко Г.А., Дружинин А.Г. Применение интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. – Вып. 4 (№ 169). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2021. – С. 21–26. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-4-21-26.

167. Романов В.Н. Энергетическая оценка ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в условиях лесостепи Красноярского края / В.Н. Романов, А.С. Колесников, А.В. Заушинцена, Н.В. Кожевников // Вестник КрасГАУ. – Вып. 2 (№ 137). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2018. – С. 9–16.

168. Романов В.Н., Литау В.М. Продуктивность зерновых культур в зернопаровом севообороте в условиях Красноярской лесостепи // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 6. – С. 42–44.

169. Романов В.Н., Мельникова Е.В., Беляков А.А. Влияние температурного режима на интенсивность развития проростков яровой пшеницы при лимитированном расходовании запасного субстрата семян // Вестник КрасГАУ. – Вып. 6 (№ 147). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2019. – С. 35–51.
170. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 5. – С. 617–626.
171. Самсонов М.М. Содержание клейковины в пшенице СССР // Селекция и семеноводство. – 1957. – № 3. – С. 32–39.
172. Самсонов М.М. Технологическая оценка сортов пшеницы СССР / М.М. Самсонов // Биохимия зерна и хлебопечения. – Москва, 1960. – Вып. 6. – С. 52–53.
173. Сахибгареев А.А., Гарипова Г.Н. Влияние удобрений и средств защиты растений на урожай при возделывании яровой пшеницы в степных зонах Башкортостана // Вестник Академии Наук республики Башкортостан. – Т. 20. – № 2/78. – 2015. – С. 58–66.
174. Сборник нормативных материалов на работы, выполняемые машинно-технологическими станциями (МТС). – М.: Росинформагротех, 2001. – 190 с.
175. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г.Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 109–178.
176. Сидоров А.В., Нешумаева Н.А., Плеханова Л.В. Новые сорта яровой мягкой пшеницы для Восточной Сибири // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 41–44.
177. Сидоров А.В., Плеханова Л.В. Влияние систематических признаков на урожай и качество зерна яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 5. – С. 18–24.

178. Сидоров А.В., Федосенко Д.Ф., Голубев С.С. Селекция яровой мягкой пшеницы на адаптивность // Вестник КрасГАУ. – Вып. 3 (№ 126). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2017. – С. 3–8.

179. Синещеков В.Е., Васильева Н.В. Факторы, влияющие на численность сорных растений в посевах яровой пшеницы, на примере лесостепи Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. – Вып. 6 (№ 159). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 62–70.

180. Синещеков В.Е., Ткаченко Г.И. Содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы при минимизации обработки чернозёма выщелоченного // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 2 (249). – С. 19–27.

181. Синещеков В.Е., Ткаченко Г.И., Васильева Н.В. Влияние комплексной химизации на качество зерна яровой пшеницы при минимизации обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 2 (231). – С. 10–17.

182. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: В 2 ч. Ч. 1. Монография / Под редакцией Я.М. Иванько, Н.Н. Дмитриева. – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2019. – 319 с.

183. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: научн.-практ. рекомендации / под общ. ред. С.В. Брылева. – Красноярск, 2015. – 224 с.

184. Смирнов В.А. Химический состав клейковины пшеничной муки // Мукомольно-элеваторное складское хозяйство. – 1938. – № 6. – С. 34–35.

185. Соболев В.А. Влияние погодных условий на урожайность зерновых культур в степной зоне Бурятии / В.А. Соболев, А.П. Батудаев, Б.Б. Цыбиков, В.М. Коршунов, Т.В. Гребенщикова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – № 3 (64). – 2021. – С. 138–143.

186. Соболев В.А. Сорные растения и урожайность яровой пшеницы в условиях степной зоны Бурятии / В.А. Соболев, А.П. Батудаев, Б.Б. Цыбиков,

О.А. Алтаева, А.М. Емельянов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – № 2 (67). – 2022. – С. 47–53.

187. Соболева Е.В. Формирование качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы в условиях центрального района Нечернозёмной зоны РФ: автореф. дисс...канд. с.-х. наук. М., 2008. – 25 с.

188. Содбоева Ю.Ю. Динамика численности однолетних широколистных сорных растений в посевах яровой пшеницы при использовании гербицидов и их баковых смесей в степной зоне Бурятии / Ю.Ю. Содбоева, А.П. Батудаев, Б.Б. Цыбиков, В.А. Соболев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – № 1 (46). – 2017. – С. 13–20.

189. Солодун В.И. Научные основы адаптивно-ландшафтных систем земледелия Предбайкалья / В.И. Солодун, А.М. Зайцев, А.С. Филиппов, Г.О. Такаладзе. – Иркутск: изд-во ИрГСХА. – 2012. – 448 с.

190. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск: 2-е изд., ГУП РПО СО РАСХН. – 2012. – 282 с.

191. Сорокина О.А. Состояние химизации земледелия на примере применения удобрений в Российской Федерации и Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. – Вып. 9 (№ 108). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2015. – С. 9–17.

192. Сотпа А.С. Влияние предшественников и средств химизации на формирование продуктивности яровой пшеницы в условиях степной зоны Республики Тыва // Вестник КрасГАУ. – Вып. 1 (№ 166). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2021. – С. 17–21. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-1-17-21.

193. Станков Н.З. Изучение изменений в структуре урожая злаков в зависимости от условий минерального питания // Химизация социалистического земледелия. – 1938. – № 5. – С. 74–81.

194. Султанов Ф.С., Юдин А.А., Габдрахимов О.Б., Красношапка В.В. Действие минеральных удобрений на продуктивность новых сортов яровой пшеницы в условиях Прибайкалья // Вестник ИрГСХА. – № 92. – Иркутск: изд-во Иркутского ГАУ, 2019. – С. 81–88.

195. Султанов Ф.С., Юдин А.А., Габдрахимов О.Б., Красношапка В.В. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы в зависимости от норм высева и сроков посева // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 6. – С. 22–25.

196. Сурин Н.А., Бутковская Л.К. Особенности семеноводческой агротехники в лесостепи Красноярского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 1 (236). – С. 5–10.

197. Сыздыкова Г.Т., Середа С.Г., Малицкая Н.В. Подбор сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) по адаптивности к условиям степной зоны Акмолинской области Казахстана // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 1. – С. 103–110.

198. Сычев В.Г., Минеев В.Г. Роль Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (ВНИИА) в решении комплексных проблем химизации сельского хозяйства // Плодородие. – 2011. – № 3. – С. 2–4.

199. Таланов И.П. Практикум по растениеводству. – М.: КолосС, 2008. – 279 с., [20] л.

200. Танделов Ю.П. Плодородие почв и эффективность удобрений в Средней Сибири. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2012. – 301 с.

201. Танделов Ю.П., Майборода Н.М. Особенности применения минеральных удобрений в новых экономических условиях. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2002. – 22 с.

202. Танский В.И., Левитин М.М., Ишкова Т.И. и др. Методы учёта вредных организмов. Рекомендации ВИЗР // Защита и карантин растений. – 2002. – № 2, 3. – С. 49–54.

203. Технологии возделывания полевых культур в условиях Предбайкалья. Научно-практические рекомендации / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов и др. – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2020. – 223 с.

204. Трисвятский Л.А., Лесик Б.В., Курдина В.П. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 414 с.

205. Труфанова А.А. Урожайность и качество яровой пшеницы сорта Памяти Вавенкова при внутрипочвенном внесении удобрений и в подкормки // Вестник КрасГАУ. – Вып. 6 (№ 147). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2019. – С. 28–34.

206. Увеличение и стабилизация производства высококачественного зерна пшеницы Омской области: практическое руководство / Ю.В. Колмаков, И.В. Пахотина, Л.В. Юшкевич и др. – Омск: Изд-во «ЛИТЕРА», 2015. – 60 с.

207. Угаров А.Н. Влияние удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы в связи с динамикой усвояемых соединений азота и фосфора в серых лесных почвах южной части средней Сибири / А.Н. Угаров: автореф. на соиск. уч. степени д. с.-х. н. – Иркутск, 1965. – 35 с.

208. Угаров А.Н. Итоги и перспективы агрохимии в южной части Восточной Сибири // В сб. «Удобрения и урожай». – Иркутск: Изд-во ИСХИ, 1974. – С. 12–22.

209. Усенко С.В. Качество зерна пшеницы в зависимости от предшественника, обработки почвы, удобрений и средств защиты растений в лесостепи юга Западной Сибири / С.В. Усенко, В.И. Усенко, А.А. Гаркуша, Н.В. Барышева // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 7. – С. 32–37. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10705.

210. Фадькин Г.Н. Обоснование применения различных форм азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры и их влияние на плодородие серой лесной почвы / Г.Н. Фадькин, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов, Р.Н. Ушаков // Вестник КрасГАУ. – Вып. 7 (№ 160). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2020. – С. 63–71.

211. Фляксбергер К.А. Пшеницы. М.; Л.: Сельхозгиз, 1938. – 295 с.
212. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. – Опубликовано: pvi777 в категорию Материалы по Dell StatSoft Statistica. – 2020.
213. Хвостова Г.И. Эколого-физиологические причины низкого технологического качества зерна яровой пшеницы в Восточной Сибири: автореферат дисс... кандидата биологических наук: 03.00.16 / Хвостова Галина Игоревна. – Иркутск, 2000. – 19 с.
214. Хлесткина Е.К., Журавлева Е.В., Пшеничникова Т.А. и др. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 3. – С. 501–514.
215. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2006. – 396 с.
216. Хуснидинов Ш.К. Растениеводство Предбайкалья: учебное пособие / Ш.К. Хуснидинов, А.А. Долгополов. – Иркутск: ИрГСХА, 2000. – 462 с.
217. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Халанская А.П. Система защиты зерновых и зернобобовых культур от семенных инфекций. – Красноярск, 2003. – 243 с.
218. Цыбенков Б.Б., Билтуев А.С. Формирование урожайности яровой пшеницы в аридных условиях Бурятии // Вестник КрасГАУ. – Вып. 6 (№ 117). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2016. – С. 120–125.
219. Цыганова Н.А., Грязина Ф.И. Влияние обработки почвы и мер борьбы с сорняками на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Изв. Санкт-Петербургского гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 20. – С. 14–21.

220. Чибис В.В., Чибис С.П. От предшественника при возделывании в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. – Вып. 3 (№ 114). – Красноярск: изд-во Красноярского ГАУ, 2016. – С. 74–80.

221. Чинго-Чингас К.М. Мукомольные и хлебопекарные особенности сортов пшениц СССР / К.М. Чинго-Чингас; [отв. ред. К.А. Фляксбергер]; предисловие: акад. Н.И. Вавилов; Всес. ин-т растениеводства. – Москва; Ленинград: Гос. с.-х. изд-во, 1931. – 399 с.

222. Шакирзянов Р.Р. Приёмы формирования урожая и качества зерна яровой твёрдой пшеницы в условиях Закамья Республики Татарстан: дисс... канд. с.-х. наук. – Казань, 2004. – 230 с.

223. Шарков И.Н., Сорокин О.Д., Колбин С.А. Прогнозируемая оценка целесообразности применения средств интенсификации в агротехнологиях // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 14–17.

224. Шерстобоев В.Н. Земледелие Северного Предбайкалья в XVII–XVIII вв. // Материалы по истории земледелия СССР / отв. ред. Б.Д. Греков. – М., 1952. – Сб. 1. – С. 279–302.

225. Шерстобоев В.Н. Илимская пашня. Т. 1. Пашня Илимского воеводства XVII и начала XVIII века. – 2-е изд. – Иркутск, 2001.

226. Юдин А.А. Тулунской селекции 110 лет (каталог сортов) / А.А. Юдин, Е.В. Константинова, Е.В. Юдина. – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2017. – 48 с.

227. Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Ершов В.Л. Сравнительная продуктивность яровой пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. – 2016. – № 2 (22). – С. 25–31.

228. Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Пахотина И.В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2019. – № 1. – С.32–34. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10109.

229. Якубцинер М.М. Новые виды пшеницы / Вестник сельскохозяйственных наук. – 1956. – № 12.

230. Ященко С.Н. Урожайность и качество семян сортов пшеницы в зависимости от сроков сева и норм высева в северной лесостепи Тюменской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – № 2 (67). – 2022. – С. 61–72.

231. Bogoviz A.V., Lobova S.V., Bugai Y.A. Effective import substitution in the agro-industrial Complex: Competition or Monopoly? // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. Vol. 622. Pp. 30–36.

232. FAO, 2015. FAOSTAT Database Collections. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

233. Heiggs B., Johnston A.E., Solter J.L., Dawson C.J. Some aspects of achieving sustainable phosphorus use in agriculture // *J. Environ.* 2000. Qual. 29. P. 80–87.

234. Iraj Nosratti, [et al.] *Crop Protection*, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.10.007>.

235. Kazak A.A., Yakubyshina L.I., Loginov Yu.P. Yield and quality of Iren wheat grain depending on mineral nutrition in the Tyumen region. В сборнике: International Scientific and Practical Conference "AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture". Сер. "KnE Life Sciences", 2019. С. 982–991.

236. Markéta Mayerová, [et al.] Effect of chemical weed control on crop yields in different crop rotations in a long-term field trial. *Crop Protection* 114 (2018) 215–222.

237. Nakka S., Jugulam M., Peterson D., Asif M. Herbicide resistance: Development of wheat production systems and current status of resistant weeds in wheat cropping systems. *The Crop Journal*. Heartland Plant Innovations, Manhattan, KS 66506, USA. 2019. 7. 750–760.

238. Pauly A., Pareyt B., Fierens E., Delcour J.A. 2013 Wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. turgidum* L. ssp. *durum*) kernel hardness: II. implications for end-product quality and role of Puroindolines therein. *Compr. Rev. Food Sci. F.* **12** 427–438.

239. Prishchepov A.V., [et al.] *Land Use Policy*, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09/038>.

240. Raphael Rossi Silva, et al., 2014 Grain yield and baking quality of wheat under different sowing dates. *Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá*, V. 36, No. 2. P. 201–210.

241. Sultanov F.S., Yudin A.A., Gabdrakhimov O.B. Impact of mineral fertilizers on yield and grain quality of spring wheat cultivar *Marsianka*. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. С. 12231.

242. X. Gao, [et al.] 2012 *Journal of Geochemical Exploration* **121** 36–44.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Метеорологические условия и гидротермический коэффициент вегетационных периодов по годам исследований (2016-2019)

Показатель	Год	Месяц					суммарное значение за май-сентябрь
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
Осадки, мм	2016	28,3	37,0	86,4	177,9	98,9	428,5
	2017	67,1	13,1	104,8	54,8	37,3	277,1
	2018	16,1	27,0	77,1	99,9	56,1	276,2
	2019	8,1	71,7	99,3	48,5	66,7	294,3
	среднее за 2016-2019	29,9	37,2	91,9	95,3	64,8	319,1
	средне-много-летнее	30,4	62,5	110,6	95,0	46,9	345,4
							среднее значение за май-сентябрь
Средне-суточная температура воздуха, °С	2016	10,0	17,9	21,0	17,1	10,7	15,3
	2017	10,5	18,5	19,7	16,9	9,5	15,0
	2018	10,6	19,8	18,3	18,4	9,4	15,3
	2019	7,4	17,1	20,3	17,3	12,3	14,9
	среднее за 2016-2019	9,6	18,3	19,8	17,4	10,5	15,1
	средне-много-летнее	9,1	14,7	16,5	14,6	7,6	12,5
							среднее значение за май-август
ГТК	2016	1,37	0,69	1,33	3,37	4,30	1,69
	2017	2,40	0,24	1,71	1,10	1,89	1,36
	2018	0,79	0,45	1,40	1,76	4,04	1,10
	2019	0,68	1,42	1,59	0,91	2,26	1,15
	среднее за 2016-2019	1,31	0,70	1,51	1,79	3,12	1,33

Приложение Б – Погодные условия за вегетационный период 2016 г.
(метеопост Пивовариха, Иркутский НИИСХ)

Май				Июнь				Июль				Август				Сентябрь				V-IX
I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	
Среднесуточная температура воздуха °С																				
8.0	9.9	12.1	10.0	15.2	18.3	20.2	17.9	23.1	19.9	20.0	21.0	19.3	17.0	15.0	17.1	11.0	13.5	7.5	10.7	15.3
Среднемесячная температура воздуха °С																				
6.8	9.1	11.5	9.1	13.0	15.2	16.0	14.7	15.9	17.4	17.3	16.5	16.3	14.2	13.0	14.6	9.8	7.6	5.4	7.6	12.5
Осадки, мм																				
3.0	15.3	10.0	28.3	4.5	20.7	11.8	37.0	51.6	25.4	9.4	86.4	92.5	69.2	16.2	177.9	98.9	0.0	0.0	98.9	428.5
Среднемесячные данные по осадкам, мм																				
9.8	8.0	12.6	30.4	16.0	18.7	27.8	62.5	34.3	37.3	39.0	110.6	32.7	31.5	30.8	95.0	21.7	14.8	10.4	46.9	345.4

Безморозный период 120 дней среднемесячное – 98 дней
Сумма положительных температур воздуха выше 0 °С – 2345.1 °С среднемесячное – 1875 °С
Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С – 2333.2 °С среднемесячное – 1838 °С
Сумма активных температур воздуха выше 10 °С – 2118.4 °С среднемесячное – 1637 °С

Приложение В – Погодные условия за вегетационный период 2017 г.
(метеопост Пивовариха, Иркутский НИИСХ)

Май				Июнь				Июль				Август				Сентябрь				V-IX
I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	
Среднесуточная температура воздуха °С																				
8.2	8.9	14.5	10.5	13.8	17.9	23.8	18.5	18.6	20.5	20.1	19.7	20.8	18.4	11.6	16.9	11.4	12.5	4.5	9.5	15.0
Среднемесячная температура воздуха °С																				
6.8	9.1	11.5	9.1	13.0	15.2	16.0	14.7	15.9	17.4	17.3	16.5	16.3	14.2	13.0	14.6	9.8	7.6	5.4	7.6	12.5
Осадки, мм																				
42.5	12.3	12.3	67.1	11.9	1.2	0.0	13.1	54.8	17.5	32.5	104.8	42.0	5.7	7.1	54.8	21.8	1.0	14.5	37.3	277.1
Среднемесячные данные по осадкам, мм																				
9.8	8.0	12.6	30.4	16.0	18.7	27.8	62.5	34.3	37.3	39.0	110.6	32.7	31.5	30.8	95.0	21.7	14.8	10.4	46.9	345.4

Безморозный период

99 дней

среднемесячное – 98 дней

Сумма положительных температур воздуха выше 0 °С – 2300.1

среднемесячное – 2000 °С

Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С – 2250.4

среднемесячное – 1894 °С

Сумма активных температур воздуха выше 10 °С – 2098.8

среднемесячное – 1637 °С

Приложение Г – Погодные условия за вегетационный период 2018 г.
(метеопост Пивовариха, Иркутский НИИСХ)

Май				Июнь				Июль				Август				Сентябрь				V-IX
I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	
Среднесуточная температура воздуха °С																				
8.3	8.8	14.8	10.6	16.6	19.9	23.0	19.8	17.1	19.4	18.4	18.3	17.9	19.0	18.2	18.4	12.5	8.1	7.6	9.4	15.3
Средненоголетняя температура воздуха °С																				
6.8	9.1	11.5	9.1	13.0	15.2	16.0	14.7	15.9	17.4	17.3	16.5	16.3	14.2	13.0	14.6	9.8	7.6	5.4	7.6	12.5
Осадки, мм																				
6.7	1.0	8.4	16.1	5.5	8.3	13.2	27.0	42.8	15.4	18.9	77.1	22.6	1.3	76.0	99.9	10.1	39.5	6.5	56.1	276.2
Средненоголетние данные по осадкам, мм																				
9.8	8.0	12.6	30.4	16.0	18.7	27.8	62.5	34.3	37.3	39.0	110.6	32.7	31.5	30.8	95.0	21.7	14.8	10.4	46.9	345.4

Безморозный период 127 дней
Сумма положительных температур воздуха выше 0 °С – 2345.3
Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С – 2327.1
Сумма активных температур воздуха выше 10 °С – 2042.8

средненоголетнее – 98 дней
средненоголетнее – 2000 °С
средненоголетнее – 1894 °С
средненоголетнее – 1637 °С

Приложение Д – Погодные условия за вегетационный период 2019 г.
(метеопост Пивовариха, Иркутский НИИСХ)

Май				Июнь				Июль				Август				Сентябрь				V-IX
I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	I	II	III	ср.	
Среднесуточная температура воздуха °С																				
6.7	5.1	10.4	7.4	13.6	18.8	19.0	17.1	21.1	21.2	18.5	20.3	19.8	15.5	16.5	17.3	14.4	10.9	11.6	12.3	14.9
Средненоголетняя температура воздуха °С																				
6.8	9.1	11.5	9.1	13.0	15.2	16.0	14.7	15.9	17.4	17.3	16.5	16.3	14.2	13.0	14.6	9.8	7.6	5.4	7.6	12.5
Осадки, мм																				
4.0	0.6	3.5	8.1	12.3	6.5	52.9	71.7	3.8	15.9	79.6	99.3	24.7	18.6	5.2	48.5	38.6	22.9	5.2	66.7	294.3
Средненоголетние данные по осадкам, мм																				
9.8	8.0	12.6	30.4	16.0	18.7	27.8	62.5	34.3	37.3	39.0	110.6	32.7	31.5	30.8	95.0	21.7	14.8	10.4	46.9	345.4

Безморозный период

109 дней

средненоголетнее – 98 дней

Сумма положительных температур воздуха выше 0 °С – 2274.1

средненоголетнее – 2000 °С

Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С – 2239.4

средненоголетнее – 1894 °С

Сумма активных температур воздуха выше 10 °С – 2048.4

средненоголетнее – 1637 °С

Приложение Е – Урожайность районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации

за 2016-2019 годы, т/га

Сорт	Уровень химизации															
	контроль				гербициды				N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀				N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды			
	годы исследований															
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
Тулунская 11	1,56	1,95	1,78	1,90	1,45	1,59	1,50	1,77	1,98	2,15	1,11	2,41	2,13	2,67	2,44	2,59
Ирень	1,57	1,41	1,27	1,91	1,44	1,39	1,25	1,75	1,90	2,03	1,45	2,31	2,31	1,94	1,75	2,81
Бурятская остистая	2,38	2,57	2,65	2,90	2,33	2,59	2,67	2,83	2,70	3,12	2,94	3,28	2,86	3,15	3,25	3,48
Памяти Юдина	1,84	1,28	1,21	2,24	1,65	1,27	1,20	2,01	1,96	2,11	1,57	2,38	2,10	1,03	1,01	2,55
Юната	1,41	0,92	0,89	1,71	1,53	1,48	1,43	1,86	1,93	2,54	2,22	2,35	2,08	2,13	2,06	2,53
Новосибирская 15	2,11	1,12	1,11	1,71	1,32	1,78	1,76	1,61	2,15	2,33	1,97	2,62	2,43	1,93	1,91	2,96
Средняя по годам	1,81	1,54	1,49	2,06	1,62	1,68	1,64	1,97	2,10	2,38	1,88	2,56	2,32	2,14	2,07	2,82
Прирост (убыль) по отношению к контролю, %					-10,5	+ 9,1	+ 9,7	- 4,4	+16,0	+54,5	+26,2	+24,3	+28,2	+39,0	+38,9	+36,9
Средняя прибавка по вариантам опыта, %					0,98				30,25				36,75			

Приложение Ж – Прирост урожайности районированных сортов яровой пшеницы по уровням химизации

за 2016-2019 годы, т/га

Сорт	Уровни химизации по годам исследований							
	2016				2017			
	контроль	гербициды / прибавка (убыль) к контролю, %	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ / прибавка (убыль) к контролю, %	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды / прибавка (убыль) к контролю, %	контроль	гербициды / прибавка (убыль) к контролю, %	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ / прибавка (убыль) к контролю, %	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + гербициды / прибавка (убыль) к контролю, %
Тулунская 11	1,56	1,45 / – 7,1	1,98 / + 26,9	2,13 / + 36,5	1,95	1,59 / – 18,5	2,15 / + 10,3	2,67 / + 36,9
Ирень	1,57	1,44 / – 8,3	1,90 / + 21,0	2,31 / + 47,1	1,41	1,39 / – 1,4	2,03 / + 44,0	1,94 / + 37,6
Бурятская остистая	2,38	2,33 / – 2,1	2,70 / + 13,4	2,86 / + 20,2	2,57	2,59 / – 0,8	3,12 / + 21,4	3,15 / + 22,6
Памяти Юдина	1,84	1,65 / – 10,3	1,96 / + 6,5	2,10 / + 14,1	1,28	1,27 / – 0,8	2,11 / + 64,8	1,03 / – 19,5
Юната	1,41	1,53 / + 8,5	1,93 / + 36,9	2,08 / + 47,5	0,92	1,48 / + 60,9	2,54 / + 176,1	2,13 / + 131,5
Новосибирская 15	2,11	1,32 / – 37,4	2,15 / + 1,9	2,43 / + 15,2	1,12	1,78 / + 58,9	2,33 / + 108,0	1,93 / + 72,3
Средняя по всем вариантам опыта			1,96				1,94	
			2018				2019	
Тулунская 11	1,78	1,50 / – 15,7	1,11 / – 37,6	2,44 / + 37,1	1,90	1,77 / – 6,8	2,41 / + 26,8	2,59 / + 36,3
Ирень	1,27	1,25 / – 1,5	1,45 / + 14,2	1,75 / + 37,8	1,91	1,75 / – 8,4	2,31 / + 20,9	2,81 / + 47,1
Бурятская остистая	2,65	2,67 / + 0,75	2,94 / + 10,9	3,25 / + 22,6	2,90	2,83 / – 2,4	3,28 / + 13,1	3,48 / + 20,0
Памяти Юдина	1,21	1,20 / – 0,8	1,57 / + 29,8	1,01 / – 16,5	2,24	2,01 / – 10,3	2,38 / + 6,3	2,55 / + 13,8
Юната	0,89	1,43 / + 60,7	2,22 / + 149,4	2,06 / + 131,5	1,71	1,86 / + 8,8	2,35 / + 37,4	2,53 / + 48,0
Новосибирская 15	1,11	1,76 / + 58,6	1,97 / + 77,5	1,91 / + 72,1	1,71	1,61 / – 5,8	2,62 / + 53,2	2,96 / + 73,1
Средняя по всем вариантам опыта			1,77				2,35	

Приложение 3 – Даты наступления основных фаз развития растений пшеницы в 2016 г.

Средство химизации	Сорт	Фазы развития растений пшеницы							
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость	полная спелость
I. Контроль (без удобрений и гербицидов)	1. Тулунская 11	28.05	10.06	19.06	09.07	21.07	31.07	12.08	24.08
	2. Ирень	26.05	08.06	16.06	07.07	19.07	26.07	10.08	20.08
	3. Бурятская остистая	28.05	12.06	22.06	11.07	26.07	11.08	26.08	05.09
	4. Памяти Юдина	30.05	10.06	18.06	08.07	20.07	31.07	12.08	27.08
	5. Юната	30.05	11.06	18.06	05.07	20.07	03.08	17.08	28.08
	6. Новосибирская 15	30.05	09.06	17.06	01.07	16.07	30.07	11.08	26.08
II. Гербициды	7. Тулунская 11	28.05	10.06	21.06	12.07	24.07	04.08	16.08	25.08
	8. Ирень	26.05	08.06	17.06	09.07	21.07	28.07	12.08	21.08
	9. Бурятская остистая	28.05	12.06	19.06	10.07	25.07	10.08	25.08	06.09
	10. Памяти Юдина	30.05	10.06	21.06	13.07	25.07	05.08	17.08	28.08
	11. Юната	30.05	11.06	19.06	11.07	26.07	09.08	19.08	29.08
	12. Новосибирская 15	30.05	09.06	18.06	10.07	22.07	03.08	15.08	27.08
III. Удобрения	13. Тулунская 11	30.05	12.06	20.06	11.07	24.07	10.08	16.08	25.08
	14. Ирень	28.05	10.06	17.06	08.07	21.07	07.08	17.08	21.08
	15. Бурятская остистая	30.05	15.06	26.06	12.07	28.07	14.08	27.08	06.09
	16. Памяти Юдина	01.06	13.06	22.06	11.07	25.07	11.08	18.08	27.08
	17. Юната	01.06	14.06	22.06	10.07	27.07	13.08	22.08	29.08
	18. Новосибирская 15	01.06	11.06	18.06	09.07	23.07	09.08	17.08	26.08
IV. Удобрения + гербициды	19. Тулунская 11	30.05	12.06	21.06	10.07	25.07	11.08	19.08	26.08
	20. Ирень	28.05	10.06	18.06	08.07	22.07	08.08	16.08	21.08
	21. Бурятская остистая	30.05	15.06	27.06	15.07	30.07	16.08	28.08	07.09
	22. Памяти Юдина	01.06	13.06	23.06	13.07	27.07	12.08	21.08	29.08
	23. Юната	01.06	14.06	22.06	09.07	24.07	10.08	23.08	30.08
	24. Новосибирская 15	01.06	11.06	19.06	07.07	22.07	08.08	19.08	27.08

Приложение И – Даты наступления основных фаз развития растений пшеницы в 2017 г.

Средство химизации	Сорт	Фазы развития растений пшеницы							
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость	полная спелость
I. Контроль (без удобрений и гербицидов)	1. Тулунская 11	26.05	11.06	20.06	10.07	23.07	03.08	14.08	22.08
	2. Ирень	25.05	09.06	17.06	08.07	20.07	01.08	13.08	21.08
	3. Бурятская остистая	25.05	11.06	21.06	11.07	24.07	05.08	17.08	25.08
	4. Памяти Юдина	26.05	08.06	16.06	07.07	22.07	03.08	15.08	23.08
	5. Юната	27.05	12.06	17.06	06.07	21.07	02.08	13.08	21.08
	6. Новосибирская 15	25.05	09.06	16.06	06.07	19.07	01.08	14.08	22.08
II. Гербициды	7. Тулунская 11	26.05	09.06	19.06	11.07	22.07	04.08	16.08	23.08
	8. Ирень	25.05	07.06	16.06	07.07	21.07	02.08	15.08	22.08
	9. Бурятская остистая	25.05	07.06	18.06	15.07	27.07	07.08	19.08	26.08
	10. Памяти Юдина	26.05	08.06	17.06	06.07	22.07	04.08	17.08	24.08
	11. Юната	27.05	12.06	19.06	06.07	21.07	03.08	16.08	22.08
	12. Новосибирская 15	25.05	09.06	17.06	06.07	20.07	02.08	15.08	21.08
III. Удобрения	13. Тулунская 11	28.05	13.06	21.06	09.07	24.07	04.08	15.08	21.08
	14. Ирень	27.05	12.06	19.06	06.07	21.07	02.08	14.08	20.08
	15. Бурятская остистая	27.05	13.06	22.06	11.07	25.07	06.08	18.08	24.08
	16. Памяти Юдина	28.05	13.06	21.06	06.07	23.07	04.08	16.08	22.08
	17. Юната	29.05	14.06	21.06	06.07	22.07	03.08	15.08	20.08
	18. Новосибирская 15	27.05	12.06	20.06	06.07	20.07	02.08	14.08	21.08
IV. Удобрения + гербициды	19. Тулунская 11	28.05	10.06	21.06	09.07	24.07	04.08	15.08	22.08
	20. Ирень	27.05	09.06	18.06	06.07	21.07	01.08	12.08	20.08
	21. Бурятская остистая	27.05	11.06	23.06	11.07	25.07	06.08	18.08	25.08
	22. Памяти Юдина	28.05	10.06	20.06	07.07	24.07	04.08	16.08	23.08
	23. Юната	29.05	15.06	21.06	06.07	23.07	03.08	14.08	21.08
	24. Новосибирская 15	27.05	10.06	19.06	06.07	22.07	02.08	13.08	21.08

Приложение К – Даты наступления основных фаз развития растений пшеницы в 2018 г.

Средство химизации	Сорт	Фазы развития растений пшеницы							
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость	полная спелость
I. Контроль (без удобрений и гербицидов)	1. Тулунская 11	02.06	14.06	22.06	10.07	22.07	01.08	13.08	20.08
	2. Ирень	29.05	11.06	18.06	06.07	18.07	25.07	01.08	08.08
	3. Бурятская остистая	01.06	14.06	23.06	11.07	25.07	09.08	24.08	31.08
	4. Памяти Юдина	31.05	13.06	20.06	09.07	21.07	01.08	13.08	20.08
	5. Юната	30.05	15.06	19.06	08.07	20.07	01.08	12.08	21.08
	6. Новосибирская 15	28.05	12.06	18.06	07.07	19.07	24.07	29.07	05.08
II. Гербициды	7. Тулунская 11	02.06	14.06	24.06	12.07	24.07	04.08	14.08	21.08
	8. Ирень	29.05	11.06	19.06	08.07	20.07	26.07	02.08	09.08
	9. Бурятская остистая	01.06	14.06	21.06	13.07	27.07	11.08	25.08	01.09
	10. Памяти Юдина	31.05	13.06	23.06	11.07	23.07	03.08	14.08	21.08
	11. Юната	30.05	15.06	20.06	10.07	22.07	03.08	15.08	22.08
	12. Новосибирская 15	28.05	12.06	19.06	09.07	21.07	26.07	31.07	06.08
III. Удобрения	13. Тулунская 11	30.05	14.06	22.06	11.07	23.07	03.08	12.08	19.08
	14. Ирень	26.05	11.06	18.06	07.07	19.07	25.07	31.07	07.08
	15. Бурятская остистая	29.05	14.06	23.06	12.07	26.07	10.08	25.08	01.09
	16. Памяти Юдина	28.05	13.06	20.06	10.07	22.07	03.08	14.08	21.08
	17. Юната	27.05	15.06	19.06	09.07	21.07	02.08	15.08	22.08
	18. Новосибирская 15	25.05	12.06	18.06	08.07	20.07	25.07	30.07	05.08
IV. Удобрения + гербициды	19. Тулунская 11	30.05	12.06	23.06	10.07	22.07	01.08	12.08	20.08
	20. Ирень	26.05	09.06	19.06	08.07	20.07	26.07	02.08	08.08
	21. Бурятская остистая	29.05	13.06	24.06	12.07	24.07	08.08	25.08	31.08
	22. Памяти Юдина	28.05	11.06	20.06	11.07	23.07	03.08	14.08	20.08
	23. Юната	27.05	14.06	19.06	10.07	22.07	31.07	11.08	21.08
	24. Новосибирская 15	25.05	10.06	18.06	09.07	21.07	25.07	28.07	05.08

Приложение Л – Даты наступления основных фаз развития растений пшеницы в 2019 г.

Средство химизации	Сорт	Фазы развития растений пшеницы							
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость	полная спелость
I. Контроль (без удобрений и гербицидов)	1. Тулунская 11	29.05	13.06	17.06	30.06	10.07	22.07	04.08	11.08
	2. Ирень	27.05	07.06	16.06	29.06	09.07	21.08	01.08	07.08
	3. Бурятская остистая	31.05	15.06	23.06	13.07	29.07	13.08	22.08	01.09
	4. Памяти Юдина	29.05	13.06	21.06	04.07	14.07	25.07	05.08	12.08
	5. Юната	30.05	14.06	22.06	07.07	17.07	30.07	11.08	17.08
	6. Новосибирская 15	28.05	12.06	20.06	03.07	11.07	21.07	03.08	08.08
II. Гербициды	7. Тулунская 11	29.05	14.06	22.06	08.07	18.07	28.07	06.08	13.08
	8. Ирень	27.05	12.06	20.06	02.07	10.07	22.07	04.08	09.08
	9. Бурятская остистая	31.05	16.06	26.06	15.07	31.07	15.08	27.08	03.09
	10. Памяти Юдина	29.05	14.06	22.06	05.07	15.07	27.07	08.08	14.08
	11. Юната	30.05	15.06	23.06	09.07	19.07	31.07	12.08	19.08
	12. Новосибирская 15	28.05	13.06	21.06	04.07	14.07	24.07	04.08	10.08
III. Удобрения	13. Тулунская 11	30.05	14.06	23.06	09.07	19.07	29.07	07.08	14.08
	14. Ирень	28.05	11.06	20.06	03.07	13.07	24.07	03.08	10.08
	15. Бурятская остистая	01.06	15.06	24.06	15.07	01.08	15.08	27.08	04.09
	16. Памяти Юдина	30.05	13.06	22.06	12.07	22.07	01.08	09.08	15.08
	17. Юната	31.05	14.06	23.06	13.07	25.07	02.08	12.08	20.08
	18. Новосибирская 15	29.05	12.06	21.06	11.07	22.07	31.07	05.08	11.08
IV. Удобрения + гербициды	19. Тулунская 11	30.05	13.06	23.06	11.07	21.07	30.07	06.08	13.08
	20. Ирень	28.05	11.06	21.06	09.07	18.07	27.07	04.08	09.08
	21. Бурятская остистая	01.06	15.06	24.06	13.07	25.07	08.08	25.08	03.09
	22. Памяти Юдина	30.05	13.06	23.06	11.07	21.07	30.07	08.08	14.08
	23. Юната	31.05	14.06	24.06	12.07	24.07	02.08	11.08	19.08
	24. Новосибирская 15	29.05	12.06	22.06	10.07	20.07	28.07	05.08	10.08

Приложение М – Экономические показатели возделывания яровой пшеницы сорта Тулунская 11 (среднее за 2016-2019 гг.)

Показатель	УРОВНИ ХИМИЗАЦИИ			
	без удобрений и гербицидов (контроль)	гербициды	удобрения	удобрения + гербициды
Урожайность с 1 га, ц.	18,0	15,8	19,1	24,6
Стоимость продукции с 1 га, руб.	18000	15800	19100	24600
Затраты труда, чел./ч:				
на 1 га	4,40	4,57	4,76	5,65
на 1 ц	0,23	0,25	0,22	0,21
Производственные затраты на 1 га, руб.	7142	10900	18492	22496
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	397	690	968	915
Чистый доход с 1 га, руб.	10858	4900	608	2104
Уровень рентабельности, %	152	45	3	9

Приложение Н – Экономические показатели возделывания яровой
пшеницы сорта Ирень (среднее за 2016-2019 гг.)

Показатель	УРОВНИ ХИМИЗАЦИИ			
	без удобрений и гербицидов (контроль)	гербициды	удобрения	удобрения + гербициды
Урожайность с 1 га, ц.	15,4	14,6	19,2	22,0
Стоимость продукции с 1 га, руб.	15400	14600	19200	22000
Затраты труда, чел./ч:				
на 1 га	4,33	4,62	4,91	5,39
на 1 ц	0,24	0,25	0,21	0,22
Производственные затраты на 1 га, руб.	7220	11023	18657	22575
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	469	755	972	1026
Чистый доход с 1 га, руб.	8180	3577	543	- 575
Уровень рентабельности, %	113	32	3	- 2

Приложение О – Экономические показатели возделывания яровой пшеницы
сорта Бурятская остистая (среднее за 2016-2019 гг.)

Показатель	УРОВНИ ХИМИЗАЦИИ			
	без удобрений и гербицидов (контроль)	гербициды	удобрения	удобрения + гербициды
Урожайность с 1 га, ц.	26,3	26,1	30,1	31,9
Стоимость продукции с 1 га, руб.	26300	26100	30100	31900
Затраты труда, чел./ч:				
на 1 га	5,55	5,80	6,01	6,43
на 1 ц	0,20	0,21	0,19	0,19
Производственные затраты на 1 га, руб.	7742	11564	19178	23064
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	294	443	637	723
Чистый доход с 1 га, руб.	18558	14536	10922	8836
Уровень рентабельности, %	240	126	57	38

Приложение П – Экономические показатели возделывания яровой пшеницы
сорта Памяти Юдина (среднее за 2016-2019 гг.)

Показатель	УРОВНИ ХИМИЗАЦИИ			
	без удобрений и гербицидов (контроль)	гербициды	удобрения	удобрения + гербициды
Урожайность с 1 га, ц.	16,4	15,3	20,1	16,7
Стоимость продукции с 1 га, руб.	16400	15300	20100	16700
Затраты труда, чел./ч:				
на 1 га	4,34	4,63	5,06	4,87
на 1 ц	0,24	0,25	0,21	0,24
Производственные затраты на 1 га, руб.	6987	10780	18420	22140
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	426	705	916	1326
Чистый доход с 1 га, руб.	9413	4520	1680	-5440
Уровень рентабельности, %	135	42	9	-25

Приложение Р – Экономические показатели возделывания яровой пшеницы
сорта Юната (среднее за 2016-2019 гг.)

Показатель	УРОВНИ ХИМИЗАЦИИ			
	без удобрений и гербицидов (контроль)	гербициды	удобрения	удобрения + гербициды
Урожайность с 1 га, ц.	12,3	15,8	22,6	22,0
Стоимость продукции с 1 га, руб.	12300	15800	22600	22000
Затраты труда, чел./ч:				
на 1 га	3,83	4,55	5,20	5,34
на 1 ц	0,27	0,25	0,21	0,22
Производственные затраты на 1 га, руб.	7433	11373	19077	22887
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	604	720	844	1040
Чистый доход с 1 га, руб.	4867	4427	3523	-887
Уровень рентабельности, %	65	39	18	-4

Приложение С – Экономические показатели возделывания яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 (среднее за 2016-2019 гг.)

Показатель	УРОВНИ ХИМИЗАЦИИ			
	без удобрений и гербицидов (контроль)	гербициды	удобрения	удобрения + гербициды
Урожайность с 1 га, ц.	15,1	16,2	22,7	23,1
Стоимость продукции с 1 га, руб.	15100	16200	22700	23100
Затраты труда, чел./ч:				
на 1 га	3,92	4,30	4,89	5,18
на 1 ц	0,26	0,27	0,22	0,22
Производственные затраты на 1 га, руб.	7118	10982	18676	22518
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	471	678	823	975
Чистый доход с 1 га, руб.	7982	5218	4024	582
Уровень рентабельности, %	112	48	22	3

Приложение Г – Акт производственной проверки диссертационной работы в ООО МИП «Новоямское»

АКТ производственной проверки законченных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

1. Подразделение учреждения разработчика
Лаборатория первичного семеноводства с/х культур ФГБНУ «Иркутский НИИСХ»
2. Наименование законченной НИР (ОКР), поставленной на производственную проверку
Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы по чистому пару при применении средств химизации в лесостепи Предбайкалья
3. Авторы законченной НИР (ОКР): Габдрахимов О.Б., ст. научный сотрудник; Султанов Ф.С., заведующий лабораторией; Красношапка В.В., гл. специалист-семеновод; Бойко А.В., агроном-семеновод.
4. Законченная НИР (ОКР) рекомендована к производственной проверке решением учёного совета.
Рекомендована учёным советом для производственной проверки.
Протокол № 3 от 9 апреля 2020 г.
5. Производственная проверка проводилась в ООО МИП «Новоямское», п. Пивовариха, Иркутский район, Иркутская область.
6. Ответственные за проведение производственной проверки: с.н.с. Габдрахимов О.Б., заведующий лабораторией Султанов Ф.С., директор ООО МИП «Новоямское» Мирвалиев Ф.С.
7. Условия проведения проверки. Лесостепная зона; почва серая лесная, среднесуглинистая; содержание гумуса 4,3-4,9 %, общего азота 0,18 %, $pH_{\text{сол}}$ – 5,4, P_2O_5 – 10-12, K_2O – 6,1-8,4 мг/100 г почвы (по Кирсанову).
8. Объём производственной проверки 200 га, в т. ч. 50 га – сорт Тулунская 11, 50 га – сорт Ирень, 50 га – сорт Новосибирская 15 и 50 га – сорт Бурятская остистая.
9. Сроки проведения проверки май - сентябрь 2020 г.
10. Методика производственной проверки. Четыре сорта яровой пшеницы – Тулунская 11, Ирень, Новосибирская 15, Бурятская остистая – с применением средств химизации (гербициды и минеральные удобрения).
11. С каким контролем проводилось сравнение законченной НИР (ОКР). Сорт Тулунская 11.
12. Результаты учёта, характеризующие эффективность проверяемой НИР (ОКР) по сравнению с контролем
а) основные хозяйственные данные по итогам проверки: урожайность сортов Тулунская 11 – 19,4, Ирень – 17,8, Новосибирская 15 – 19,3, Бурятская остистая – 28,6 ц/га; содержание белка и клейковины в зерне Тулунской 11 – 16,3 и 32,9, Ирени – 17,0 и 35,1, Новосибирской 15 – 17,2 и 36,8, Бурятской остистой – 15,2 и 30,2 %, соответственно;
б) обоснованный расчёт экономического эффекта выявил максимальные значения показателей чистого дохода и рентабельности сортов в контрольном варианте: Тулунская 11 – 10749 и 150, Ирень – 80982 и 112, Новосибирская 15 – 7902 и 111, Бурятская остистая – 18372 руб./га и 238 %, соответственно.
13. Что рекомендуется для внедрения в производство.
Для повышения урожайности и качества зерна рекомендуется возделывать сорта яровой пшеницы Ирень и Новосибирская 15.
14. Ответственные исполнители производственной проверки:
представитель научного учреждения (организации) Габдрахимов О.Б., ст. научный сотрудник
представитель предприятия (хозяйства) директор Мирвалиев Ф.С.

АКТ составлен «9» октября 2020 г.

Печать хозяйства или предприятия, где проводилась производственная проверка



Приложение У – Акт производственной проверки диссертационной работы в ФГБУ «Буретское»

АКТ

производственной проверки законченных
научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

1. Подразделение учреждения разработчика
Лаборатория первичного семеноводства с/х культур ФГБНУ «Иркутский НИИСХ»
2. Наименование законченной НИР (ОКР), поставленной на производственную проверку
Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы по чистому пару при применении средств химизации в лесостепи Предбайкалья
3. Авторы законченной НИР (ОКР): Габдрахимов О.Б., ст. научный сотрудник; Султанов Ф.С., заведующий лабораторией; Красношапка В.В., гл. специалист-семеновод; Бойко А.В., агроном-семеновод.
4. Законченная НИР (ОКР) рекомендована к производственной проверке решением учёного совета. Рекомендована учёным советом для производственной проверки.
Протокол № 3 от 9 апреля 2020 г.
5. Производственная проверка проводилась в ФГБУ «Буретское», д. Буреть, Усольский район, Иркутская область.
6. Ответственные за проведение производственной проверки: с.н.с. Габдрахимов О.Б., заведующий лабораторией Султанов Ф.С., директор ФГБУ «Буретское» Поляковский И.Г.
7. Условия проведения проверки. Лесостепная зона; почва серая лесная, среднесуглинистая; содержание гумуса 4,2-4,6 %, общего азота 0,15 %, $pH_{\text{сол}}$ – 4,9, P_2O_5 – 9-10, K_2O – 6,0-8,2 мг/100 г почвы (по Кирсанову).
8. Объём производственной проверки 400 га, в т. ч. 100 га – сорт Тулунская 11, 100 га – сорт Ирень, 100 га – сорт Новосибирская 15 и 100 га – сорт Бурятская остистая.
9. Сроки проведения проверки май - сентябрь 2022 г.
10. Методика производственной проверки. Четыре сорта яровой пшеницы – Тулунская 11, Ирень, Новосибирская 15, Бурятская остистая – с применением средств химизации (гербициды и минеральные удобрения).
11. С каким контролем проводилось сравнение законченной НИР (ОКР). Сорт Тулунская 11.
12. Результаты учёта, характеризующие эффективность проверяемой НИР (ОКР) по сравнению с контролем
а) основные хозяйственные данные по итогам проверки: урожайность сортов Тулунская 11 – 18,8, Ирень – 17,3, Новосибирская 15 – 18,7, Бурятская остистая – 27,7 ц/га; содержание белка и клейковины в зерне Тулунской 11 – 15,6 и 31,5, Ирени – 16,3 и 33,6, Новосибирской 15 – 16,5 и 35,2, Бурятской остистой – 14,5 и 28,9 %, соответственно;
б) обоснованный расчёт экономического эффекта выявил максимальные значения показателей чистого дохода и рентабельности сортов в контрольном варианте: Тулунская 11 – 10532 и 147, Ирень – 79346 и 110, Новосибирская 15 – 7743 и 109, Бурятская остистая – 18001 руб./га и 233 %, соответственно.
13. Что рекомендуется для внедрения в производство.
Для повышения урожайности и качества зерна рекомендуется возделывать сорта яровой пшеницы Ирень и Новосибирская 15.
14. Ответственные исполнители производственной проверки:
представитель научного учреждения (организации) Габдрахимов О.Б., ст. научный сотрудник
представитель предприятия (хозяйства) директор Поляковский И.Г.

АКТ составлен «7» октября 2022 г.

Печать хозяйства или предприятия, где
проводилась производственная проверка

