

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Омский аграрный научный центр»
(ФГБНУ «Омский АНЦ»)

И.А. Корчагина, Л.В. Юшкевич

СОРТА ПШЕНИЦЫ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ
ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

МОНОГРАФИЯ

ОМСК 2023

УДК 631.5 : 631.526 : 633.11 (571.13)

ББК 41.4

К-703

Рецензенты:

В.Л. Ершов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»

И.А. Белан, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

К-703 Корчагина, И.А. Сорты пшеницы в интенсивном земледелии Омского Прииртышья: монография/ И.А. Корчагина, Л.В. Юшкевич.- Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2023. – 172 с. ил.

ISBN 978-5-98559-039-5

В монографии представлены материалы исследований по выращиванию пшеницы мягкой яровой различных групп спелости (среднеранняя, среднеспелая, среднепоздняя). Рассмотрены биологические особенности культуры, показано влияние почвы, средств интенсификации, природно-климатических условий на урожайность и качество зерна в южной лесостепи Западной Сибири.

Книга предназначена для специалистов АПК, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

*Монография рекомендована к печати Ученым советом
ФГБНУ «Омский АНЦ» (протокол № 1 от 22 марта 2023 г.)*

ISBN 978-5-98559-039-5

УДК 631.5 : 631.526 : 633.11 (571.13)

ББК 41.4

© ФГБНУ «Омский АНЦ», 2023

Оглавление

Введение	4
Глава 1 Почвенно-климатические условия при выращивании пшеницы мягкой яровой	7
Глава 2 Возделывание пшеницы мягкой яровой по паровому предшественнику	12
Глава 3 Плодородие как основа урожая	16
3.1 Плотность, структура и эродированность	17
3.2 Водный режим и водопотребление	20
3.3 Питательный режим	23
3.4 Фитотоксичность (биотестирование)	30
Глава 4 Особенности роста и развития пшеницы мягкой яровой в зависимости от уровня интенсификации агротехнологии	37
4.1 Биологические особенности биотипов	37
4.2 Влияние антропогенных факторов на рост и развитие растений в период вегетации	40
4.3 Обработка посевов средствами интенсификации	46
4.4 Характеристика сортов	49
4.5 Инфицированность и качество семян перед посевом	53
4.6 Формирование корневой системы в начальный период развития	60
4.7 Площадь верхнего яруса листьев	68
Глава 5 Фитосанитарное состояние посевов пшеницы мягкой яровой	71
5.1 Корневые гнили	72
5.2 Листостеблевые болезни	78
5.3 Засоренность агрофитоценоза	86
Глава 6 Продуктивность зерна сортов пшеницы мягкой яровой в зависимости от применения средств интенсификации	91
6.1 Особенности формирования посевов и структура урожая	92
6.2 Урожайность зерна	101
6.3 Технологические свойства зерна	108
Глава 7 Экономическая и биоэнергетическая оценка	121
7.1 Экономическая оценка	121
7.2 Биоэнергетическая оценка	125
Заключение	131
Предложения производству	135
Библиографический список	136
Приложения	155

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство является важнейшей отраслью экономики. За 2014-2019 гг. ВВП страны вырос только на 4,5%, а производство продукции сельского хозяйства – на 19,3%, прирост в растениеводстве составил 25,8%, в животноводстве – 12,6%. Достигнуты рекордные показатели по таким культурам как пшеница, кукуруза, сахарная свекла, соя, рапс. В целом за 10 последних лет валовой сбор зерновых вырос в 1,4 раза. Значительный прирост объемов производства аграрной продукции позволил не только добиться импортозамещения на внутреннем рынке, но и перейти к экспортоориентированной политике. Отечественные поставки сельскохозяйственного сырья и продовольствия на мировой рынок приблизились к объему их импорта [Ушачев и др., 2021].

По данным Минсельхоза России, площадь под посевами пшеницы яровой в 2021 году превышает ранее намеченные планы на 1,7%. Для сравнения: год назад яровая пшеница была посеяна всего на 12,5 млн гектаров. В аналитической компании «Совэкон» не исключают, что нынешние показатели могут приблизиться к рекорду 2016 года, когда яровую пшеницу выращивали на 13,7 млн гектаров [rosng.ru].

Западно-Сибирский регион по уровню развития аграрного сектора занимает ведущее место в восточной части России. В структуре посевов доминируют зерновые – 8,6 млн га (63%), из них более 6 млн га (74%) занимают посевы яровой пшеницы. Основные площади под зерновыми (до 80-85%) сосредоточены в засушливых степных и лесостепных агроландшафтах с годовым количеством осадков менее 400 мм [Юшкевич, Чибис, 2020].

На рубеже двух столетий Омская область входит в первую десятку субъектов России по производству некоторых видов сельскохозяйственной продукции – растениеводства и животноводства, а среди регионов Сибири традиционно занимает 4-5 места. По производству продуктов питания на душу населения занимает среди субъектов Сибирского федерального округа традиционно 1-4 места [Азарова, 2022].

Установлено, что зональная технология возделывания пшеницы должна осваиваться по адаптивной системе земледелия, включающей рациональный полевой севооборот, почвозащитную обработку почвы, оптимальный зональный цикл весенне-полевых работ, внесение удобрений, комплексную химизацию и сортовую агротехнику.

В настоящее время большая часть посевов зерновых культур занята отечественными сортами, устойчивыми к абиотическим факторам, однако урожайность зерновых в России лишь немного превышает 2,0-2,5 т/га, что свидетельствует о значительных потенциальных возможностях российского земледелия [Ушачев, 2009].

Агропромышленный комплекс Омской области располагает значительными резервами повышения продуктивности зерновых культур, в частности пшеницы мягкой яровой. В настоящее время потенциал адаптивных сортов пшеницы яровой в производстве реализуется всего до 30-50% [Система, 2020].

В Омской области площадь посевов пшеницы мягкой яровой составляет 1,4 млн га, в зависимости от климатической зоны наибольшие площади занимают изучаемые нами сорта: среднеранние – Омская 36 (242,16 тыс. га), Памяти Азиева (59,94 тыс. га), Боевчанка (48,27 тыс. га); средне-спелые – Омская 38 (82,91 тыс. га); среднепоздние – Омская 28 (57,41 тыс. га), Омская 35 (41,7 тыс. га) и другие [Белан, 2021].

Сибирские показатели урожайности в последние годы начали догонять, а иногда и перегонять центральные регионы страны: 7-8 т/га – реальность для хозяйств, которые делают ставку на интенсивные агротехнологии и качественный посевной материал. Выносливость и неприхотливость, рациональность и практичность – главные качества сибирского характера, которые выводят аграриев Сибири в лидеры АПК. Генетическая основа сортов способна обеспечить высокую урожайность за счет устойчивости к стрессовым био- и абиотическим факторам внешней среды. Среди основных, в первую очередь, засухоустойчивость, морозо- и зимостойкость, адаптивность к наиболее распространенным фитопатогенам в полевых условиях. Ведущей культурой для возделывания в Сибири по-прежнему остается яровая пшеница. Важно соблюдение зональной агротехнологии и оптимальный выбор сорта [ekoniva-ark.ru].

Российскими селекционерами создано 96% сортов пшеницы, которые можно встретить на отечественных полях, что является уникальным случаем в постсоветской селекционной практике [Старостина, 2022].

Установлено, что из элементов технологии возделывания пшеницы яровой ведущая роль принадлежит средствам химизации и сорту [Цильке, 1983, Каталог, 2021].

Сорт как генетическая система специфически реагирует на внешние абиотические факторы. Оптимальный его выбор для данной местности имеет первостепенное значение для повышения продуктивности при выращивании зерновых. На долю сорта приходится 30-60% прироста продуктивности растений яровой пшеницы. По данным Госсортсети, потенциал урожайности новых сортов оценивается в 2,5-3,8 т/га. Реализовать же потенциал сортов, особенно интенсивного типа, удастся лишь при оптимальном сочетании наиболее важных элементов технологии возделывания пшеницы, в числе которых затратные агроприемы, как удобрения и средства защиты растений. При этом эффективность средств химизации в

значительной степени зависит как от погодных условий, так и сортовой реакции растений. Влияние того или иного предшественника на различные сорта пшеницы яровой также неравнозначно [Немченко, Филиппов, 2009].

Продуктивность и состояние агроландшафтов и их функционирование, технологические процессы в агрофере напрямую зависят от развития и сочетания погодных условий. Глобальное потепление климата и связанное с этим снижение устойчивости аграрного производства обуславливает необходимость поиска, разработки и применения различных мероприятий по ландшафтно-экологической адаптации систем использования земель сельскохозяйственного назначения [Белолобцев, 2010].

В последние годы задачи растениеводства решаются с учетом агроэкологических ограничений, рационального земледелия, предусматривающего снижение потерь природных ресурсов, включая почвенное плодородие [Винокуров и др., 2017].

Оптимальное использование технологических факторов (система обработки почвы, удобрения, средства защиты растений, севообороты и сорта) способствуют получению наибольшей урожайности и качества зерна при сохранении плодородия.

Глава 1

ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В ПЕРИОД ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ

Сибирь – обширный природный регион в азиатской части России, ограниченный с запада Уральскими горами, с востока – водораздельными хребтами, идущими вдоль Тихого океана, с севера – Северным Ледовитым океаном, с юга – государственной границей России. Площадь Сибири составляет от 9,7 млн км² (без Урала и Дальнего Востока) до 13,1 млн км² (Уральский, Сибирский и Дальневосточный федеральные округа России) или от 57 до 77% территории России, что сопоставимо по площади с Канадой (10 млн км²) [wikipedia.ru].

Крупный агропромышленный регион Западной Сибири – Омская область – в пределах которого располагаются три почвенно-климатические зоны: лесная, лесостепная и степная. Наибольшая часть сельскохозяйственных угодий (51,1%) находятся в степной и южно-лесостепной зонах, где размещены основные промышленные центры, наибольшая плотность населения и более благоприятные природно-климатические условия.

Омская область испокон веков считалась житницей Сибири, здесь на одного жителя приходится до 3,1 га сельхозугодий, в том числе по 2 га пашни. Сельскохозяйственные угодья всех категорий хозяйств занимают 6720,8 тыс. га, или 47,6% всего земельного фонда (по данным 2019 г.), из них 4247,1 тыс. га – пашня и чуть больше миллиона гектаров – сенокосы. Среднегодовой валовой сбор зерна составляет от 2,5 до 3 млн тонн [Кошелев, 2018, 2021].

Почвенный покров пашни на 67% представлен черноземными почвами с содержанием гумуса от 5 до 8%. Гранулометрический состав почвы – тяжело- и среднесуглинистый средневодопроницаемый. Почвообразующие породы представлены палево-бурыми суглинками и глинами, содержат карбонаты от 9 до 12% (CaCO₂). Содержание гумуса вниз по профилю уменьшается, в его составе преобладают гуминовые кислоты, он слабо минерализован [Рекомендации..., 2017].

Климат лесостепи Западной Сибири типично континентальный с продолжительной зимой и коротким летом с поздними весенними и ранними осенними заморозками [Рекомендации..., 2015].

Сумма активных температур выше 10⁰С – 1900-2200⁰С. Продолжительность безморозного периода составляет 115-125 суток, вегетационного – 150-160 суток. Сумма годового количества осадков 330-350 мм, из них 190-220 мм выпадает в период вегетации растений. Ценной особенностью

природных условий зоны являются: обилие света и тепла, умеренная влажность воздуха в период налива и созревания зерна, довольно плодородные почвы. Все эти факторы способствуют формированию зерна высокого качества [Рекомендации..., 2017].

На основании замеров с гелиографа эксперты-синоптики утверждают, что средняя продолжительность солнечного сияния за год в городе Омске составляет 2223 часа. Обилие солнечных дней выше, чем в Москве и даже в Крыму [omsk.mk.ru].

Обеспеченность растений влагой характеризуется гидротермическим коэффициентом 0,9-1,1, который характеризуется удовлетворительной влагообеспеченностью в период активной вегетации растений. В метровом слое почвы весной в среднем содержится 80-115 мм продуктивной влаги, что указывает на недостаточную влагообеспеченность лесостепной зоны [Храмцов, Юшкевич, 2013].

Погодные условия вегетационных периодов 2010-2019 гг. по температуре воздуха были выше среднемноголетних показателей на 0,6⁰С, а по количеству осадков ниже нормы (200 мм) на 24 мм, или на 13,6%.

Наиболее благоприятный по увлажнению был вегетационный период 2011, 2013, 2015, 2016, 2018 и 2019 годов с превышением над среднемноголетней нормой осадков от 6 до 48 мм.

Согласно среднемноголетним данным метеорологической станции города Омска, погодные условия в 2010-2019 гг. были характерными для континентального климата южной лесостепи Западной Сибири. Как правило, это сезонные колебания температуры воздуха и дефицит влаги при возделывании яровой пшеницы. Период проведенных полевых исследований охватывает все основные особенности погодных условий зоны и вполне достаточен для обобщения результатов, рисунок 1.

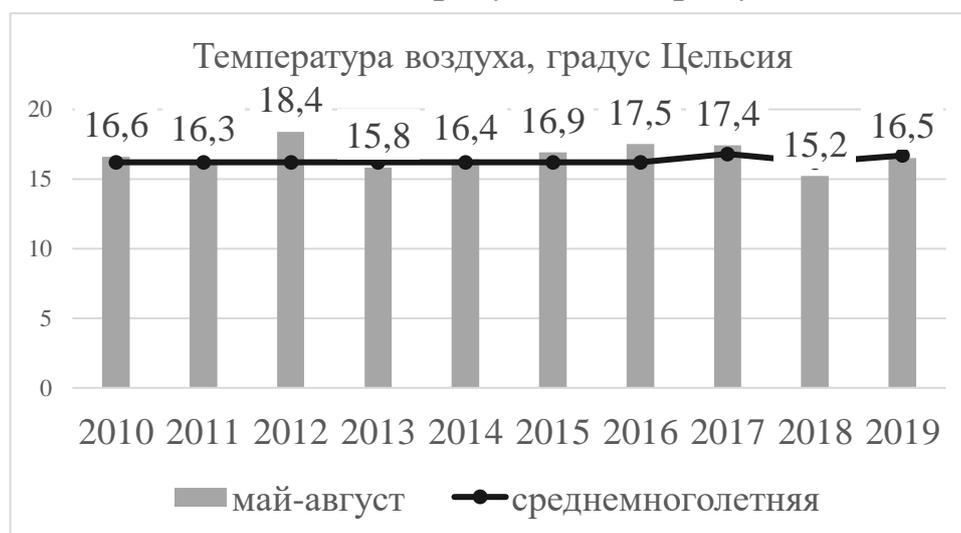


Рисунок 1 – Погодные условия в городе Омске в период проведения наблюдений

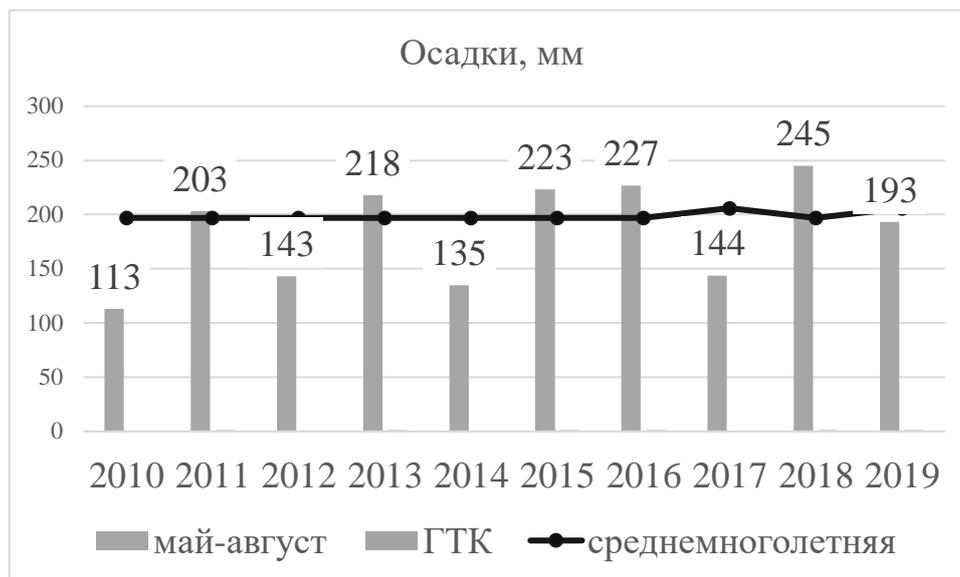


Рисунок 1 – Погодные условия в городе Омске в период проведения наблюдений

Температура воздуха в засушливые годы (ГТК 0,55-0,70) в среднем составила $17,2^{\circ}\text{C}$, во влажные (ГТК 0,99-1,09) – $16,4^{\circ}\text{C}$ при среднемноголетней $16,3^{\circ}\text{C}$. От посева до уборки пшеницы мягкой яровой в 2010, 2012, 2014, 2017 годах выпало в среднем 134 мм осадков, в 2011, 2013, 2015, 2016, 2018 и 2019 годах – 218 мм при среднемноголетней норме 200 мм. Наблюдения проведены в контрастных погодных условиях и разносторонне охарактеризованы особенности формирования пшеницы мягкой яровой.

Почвенный покров пахотных земель южной лесостепи представлен в основном обыкновенными, выщелоченными черноземами и лугово-черноземными почвами, в основном среднего и тяжелого гранулометрического состава. Встречаются небольшими контурами различные подтипы солонцов, серые лесные, которые расположены в основном в северной части зоны [Горшенин, 1955].

Лугово-черноземные почвы являются полугидроморфными аналогами черноземов. Формируются под травянистой растительностью в лесостепной и лугово-степной зоне в условиях повышенного увлажнения при постоянном воздействии почвенно-грунтовых вод, залегающих на глубине 3-6 м, и периодическом поверхностном дополнительном увлажнении. Почвы характеризуются интенсивным накоплением гумуса. Содержание его может достигать 17%, падение с глубиной постепенное. Отличительные признаки – повышенная гумусированность и наличие глубинной глееватости. Почвы характеризуется высоким естественным плодородием и практически полностью вовлечены в сельскохозяйственное использование [Мищенко, Мельников, 2009; Балабанова, 2014; Тип лугово-черноземных почв, 2017].

По гранулометрическому составу лугово-черноземные почвы относятся к тяжело- и среднесуглинистым с высоким содержанием физической

глины (40-70%), мелкого песка и крупной пыли (20-50%). По общим запасам гумуса и его содержанию в метровом слое эти почвы характеризуются низкими и средними его запасами, имеют широкое отношение C:N и преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами. По составу поглощенных катионов эти почвы близки к своим аналогам - черноземам. В поглощающем комплексе преобладает кальций (73-95%). Содержание магния по профилю варьирует в пределах 4-25% от общей суммы катионов, натрия 1-3% [Мищенко и др., 2002; Балабанова, 2014].

Опытный участок расположен в области четвертичных аллювиальных равнин. Почвообразующие породы представлены палево-бурыми тяжелыми глинами и суглинками. Засоление пород по данным водной вытяжки не отмечено [Балабанова, 2014]. Почва при закладке стационарных опытов характеризовалась как лугово-черноземная среднемошная среднегумусовая тяжелосуглинистая. В настоящее время в связи с поднятием уровня грунтовых вод данная почва относится к лугово-черноземным (уровень грунтовых вод 3-6 м). Разрез заложен на опытном участке лаборатории агрохимии ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» 16 июля 2018 г.

Морфологическое описание почвенного профиля:

	Вскипает от соляной кислоты с 57 см, оглеение с 90 см
A _{пах} 0-25 см	Пахотный, свежий, темно-серый, однородный по окраске, комковато-пылеватый, тяжелосуглинистый, рыхлый, новообразований нет, встречаются корни растений, переход в горизонт АВ ясный.
АВ 25-45 см	Гумусово-аккумулятивный, свежий, темно-серый с буроватым оттенком, пылевато-комковатый, тяжелосуглинистый, уплотненный, новообразований нет, небольшое количество корней, переход в горизонт В ₁ постепенный.
В ₁ 45-57 см	Переходный, свежий, бурый с большим количеством гумусовых затеков, пылевато-комковатый, тяжелосуглинистый, уплотненный, новообразований нет, переход постепенный.
В _{2к} 57-90 см	Переходный, свежий, бурый с гумусовыми затеками, пылевато-комковатый, тяжелосуглинистый, плотный, новообразования СаСО ₃ в форме пропитки.
В _{3к} 90-114 см	Переходный, свежий, светло-бурый, окончание гумусовых затеков, комковатый, глинистый, плотный, СаСО ₃ в форме пропитки, переход ясный.

C_{kg} 114-154 см Почвообразующая порода, влажная, светло-бурая с редкими охристыми вкраплениями и сизоватыми пятнами на изломе структурных агрегатов, порошисто-комковатый, глинистый, плотный, карбонаты в форме пропитки. В сухом виде четкие признаки оглеения не проявляются.

Приведенное описание разреза типично для данной территории.

Таким образом, почвы черноземного ряда в целом благоприятны для возделывания яровой пшеницы. Улучшение почвенно-физических условий связано в основном с устранением излишней рыхлости пахотного слоя и оптимизацией его сложения в вегетационный период. Благодаря высокой гумусированности и микроструктурности черноземы тяжелого гранулометрического состава обладают повышенной влагоёмкостью и водоотдачей (50% от полезной влагоемкости), средней водопроницаемостью и относительно невысокой долей связанной воды [Мищенко, 1991].

Глава 2

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПО ПАРОВОМУ ПРЕДШЕСТВЕННИКУ

С 90-х годов XIX века при участии таких агрономов, как Стебут И.А. и Костычев П.А., начало развиваться сельскохозяйственное опытное дело и разрабатываться вопросы земледелия и растениеводства. В это же время Прянишников Д.Н. и Коссович П.С. развернули глубокие исследования по агрохимии и применению удобрений, а Дояренко А.Г. – по агрофизике почвы [Дояренко, 1963; Горбачев и др., 2003]. Сибирское земледелие является продолжением агрономической культуры, которую начали внедрять русские землепроходцы и крестьяне с 90-х годов XVI столетия, перенося на сибирскую землю производственный опыт, орудия труда и сорта растений из Русского государства [Гешеле, 1957].

Одна из особенностей земли как средства производства состоит в том, что она при правильном использовании не изнашивается. Улучшение использования почвы и повышение её продуктивности стали возможными после того, как нашли способы обращения распаханых степных и отвоеванных у лесов участков в постоянную пашню. Для очищения почвы от сорняков одно из полей стали оставлять под пар. По свидетельству Советова А.В., в России пары известны уже более пятисот лет [Моргун, 1977].

Трудами выдающихся русских ученых в конце XIX и начале XX столетия были определены основные теоретические положения, которые послужили базой для разработки системы основной, паровой и предпосевной обработок почвы [Холмов, 1989]. В работах Ротмистрова В.П. (1909), Менделеева Д.И. (1954), Энгельгардта (1959) отмечалось, что рыхлое сложение верхнего слоя почвы, создаваемое глубокой вспашкой, не всегда являлось наилучшим для растений и чаще на уплотненной почве их продуктивность оказывалась выше [Юшкевич, 2002].

В первый период деятельности Омского опытного поля на изучение был поставлен способ обработки пара под озимую рожь. Было установлено, что ранняя вспашка пара обеспечивает самый высокий урожай, а перепашка пара, особенно позднего, его снижает. При посеве озимой ржи по беспарью урожайность была в два с половиной раза ниже, чем при посеве по раннему пару. Были изучены различные виды паров и способов их обработки под яровую пшеницу. Установлено, что по ранее вспаханному пару влаги к осени накапливается больше, чем на позднем. Однако он, имея более рыхлое сложение почвы, лучше усваивает осенне-зимние осадки [Шарков, 2009].

История активного освоения земель засушливых районов Западной Сибири насчитывает более 400 лет и берет свое начало от европейского, в

основе которого лежала плужная система обработки почвы. В тоже время уже с начала XX века имелись попытки беспашотного ведения земледелия путем посева овса по стерне озимой ржи [Юшкевич, 2002].

Установлено, что чистые пары являются важнейшим звеном полевого севооборота, способствующим очищению полей от злостных многолетних сорняков и вредителей, создающим условия для получения высоких и устойчивых урожаев, особенно в засушливые годы, когда по другим предшественникам сборы зерна резко снижаются. Нередко земледельцы обоснованно приравнивают поле чистого пара к полю, получившему осенний или весенний влагозарядный полив [Бараев, 1972].

Отмечается, что чистые пары качественно очищают почву от сорняков. Под влиянием обработки почвы семена и органы вегетативного размножения, попадая в благоприятные условия, прорастают и уничтожаются последующей обработкой. При качественной обработке парового поля в течение лета неоднократно создаются условия, провоцирующие прорастание сорняков, которые затем полностью уничтожаются. Следует иметь в виду, что пары не только очищают поля от сорных растений, но и уничтожают питательную среду, благоприятствующую размножению многих вредителей и возбудителей болезней злаков [Моргун, 1977].

В засушливых районах Западной Сибири сокращение площади чистых паров приводит к существенному снижению урожайности зерновых культур и уменьшению продуктивности пашни, что создает проблему обеспечения региона продовольствием. Рекомендуемая доля для чистых паров в структуре пашни в южной лесостепной зоне Омской области должна составлять 16-18%. Отказ от чистого пара в засушливых условиях приводит к снижению урожайности зерновых культур в среднем на 20-50%. По многолетним данным (1965-2000 гг.), урожайность зерна пшеницы по пару в южной лесостепи составила 2,36 т/га, на пшенице по пшенице – 1,69 и при бессменном возделывании – только 1,35 т/га, или на 75% меньше [Храмцов, Юшкевич, 2013].

Исследования Немченко В.В. и Заргарян А.М. (2013) показали, что на опытном поле Курганского НИИСХ наибольшее снижение засоренности многолетними корнеотпрысковыми сорняками (93-100%) обеспечил химический пар. Механическая обработка была малоэффективна в борьбе с вьюнком полевым, снижение засоренности составило только 19%. Максимальную урожайность обеспечивают варианты комбинированного (механическая и химическая обработка) пара и химического с превышением над стандартом (механический пар) до 0,45-0,51 т/га.

Длительными исследованиями, проведенными на чернозёмных почвах в южной лесостепной зоне Западной Сибири, выявлено, что наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы получена при ее выращивании по

чистому пару. Высокий положительный эффект пара заключается в значительном улучшении водного и питательного режимов почвы, снижении засоренности посевов, в основном, корнеотпрысковыми сорняками, повышении качества зерна и стабильности его производства. Наибольшая эффективность чистых паров проявляется в засушливых условиях [Храмцов, Юшкевич, 2013].

Многие исследования свидетельствуют о снижении продуктивности пашни при переходе к минимальным или нулевым обработкам почвы. Основными причинами снижения эффективности поверхностных обработок, наряду с другими, считают ухудшение питательного и водного режимов, повышение засоренности посевов многолетниками. В дополнении следует отметить о не совсем благоприятном распределении удобрений по глубине при мелкой обработке почвы. Модельные опыты показали, что при вспашке 15% удобрений находятся в слое 0-10 см, 38% – в слое 10-20 см, 47% – в слое 20-30 см; при бесплужной обработке – 55, 31, 14% соответственно. У зерновых с их мочковатой корневой системой при вспашке 38% корней находилось в слое 0-10 см, 17% – в слое глубже 30 см, при поверхностной обработке – 49 и 10% соответственно [Тютюнов, 2013].

Целесообразность минимизации обработки почвы связывают с необходимостью накопления гумуса и повышения устойчивости почвы к эрозии. Весомым аргументом в пользу перехода к минимальным обработкам является уменьшение потребности хозяйств в почвообрабатывающей технике, поддержание на оптимальном уровне водно-физических, технологических (агрофизических) свойств почвы. Минимизация обработки, способствующая повышению гумусированности почвы, в целом рассматривается как положительный фактор, однако она приводит к снижению биологической активности почвы, интенсивности процессов минерализации органического вещества. В сравнении со вспашкой длительное применение мелких и поверхностных безотвальных обработок увеличивает содержание гумуса только в слое 0-10 см, до 0,1-0,2% С, в нижележащем слое это различие либо не проявляется, либо проявляется в пользу вспашки. При безотвальной обработке в слой почвы 0-10 см ежегодно поступает растительного вещества в 2-2,5 раза больше, чем при вспашке, но регистрируется незначительный прирост углерода. Результаты исследований, проведенные с меченой ^{14}C пшеничной соломой, свидетельствует о весьма ограниченных возможностях накопления гумуса в пахотных почвах за счет растительных остатков. В семилетнем полевом опыте в слой почвы 0-20 см чернозема выщелоченного среднесуглинистого ежегодно вносили солому, в дозах эквивалентных, 3, 6 и 9 т/га навоза. Результаты исследований показывают, что независимо от дозы соломы уже в пятом году опыта прирост

углерода в почве практически прекращался. К данному сроку устанавливается равновесие между количествами поступающего в почву углерода соломы и углерода органического вещества, теряющегося из почвы вследствие процессов минерализации. Так, минерализация почвенного азота оценивалась в паровом поле в двух контрастных вариантах: ежегодная зяблевая вспашка на глубину 22-25 см и «нулевая» обработка (без осенней обработки в течение 20 лет). Полученные результаты показывают, что на варианте «нулевой» обработки процесс минерализации почвенного азота был несколько заторможен в первой половине вегетационного периода. Однако в конце июля накопление нитратного азота в обоих вариантах практически выравнивалось. В целом за вегетацию количество минерализованного почвенного азота оказалось практически одинаковым. Минимизация обработки в контрастных вариантах опыта не обеспечивает достаточного накопления гумуса в почве [Шарков, 2009; Гамзиков, 2013].

Оценка роли обработки почвы по отдельным полям полевого севооборота свидетельствует о неоднозначной реакции предшественников на механическое воздействие. Так, по паровому полю в среднем за девять лет незначительное снижение урожайности зерна отмечено в варианте со вспашкой, а варианты химического пара и плоскорезной обработкой дали примерно одинаковый результат. В целом по севообороту значение механического рыхления почвы в формировании урожайности зерна минимальное в паровом поле и возрастает при удалении от него. Ухудшение условий среды из-за удаления культуры от пара в достаточной мере удастся сгладить за счет мелкой плоскорезной обработки почвы [Система... 2020].

Таким образом, история земледельческой науки показывает многочисленные исследования по агротехнологии паровых полей. Воздействие механической обработки почвы отличается многогранностью её влияния не только на верхний слой почвы, но и на окружающую среду, и определяется почвенно-климатическими условиями агроландшафтов в современной земледелии.

Глава 3

ПЛОДОРОДИЕ КАК ОСНОВА УРОЖАЯ

Адаптивно-ландшафтный подход к формированию систем земледелия существенно расширяет угол зрения на проблему регулирования почвенных условий. В качестве императива в данной сфере выдвигается приоритет сохранения экологических функций почв и ландшафтов. Парадигма природопользования позволяет переосмыслить оценку антропогенных воздействий на почвы. Докучаев В.В. сформировал научное определение «почва», назвав ее самостоятельным естественно-историческим телом, которое является продуктом совокупной деятельности материнской породы, климата, рельефа местности, растительных и животных организмов. [Кирюшин, 2000, 2010].

Для ведения сельхоздеятельности на территории России пригодны не все земли, так как часть из них расположена в субарктическом и арктическом поясах. Разнообразный климат, огромная протяженность, различный водный режим и рельеф сформировали пестрый почвенный покров. Наиболее пригодны для получения продукции растениеводства почвы черноземного ряда. Непрерывное выращивание сельскохозяйственных культур и регулярное возделывание зачастую приводят к ее деградации [grain.ru].

Еще с древних времен человек столкнулся с потерей почвенного плодородия при возделывании растений. Для повышения урожая участки пашни забрасывали. Поле, находившееся в состоянии перелога долгое время, восстанавливало своё плодородие. Через два десятилетия «отдохнувшие участки» давали качественно высокие урожаи [Караваева, 2008]. В настоящее время на сельскохозяйственное использование приходится чуть больше половины имеющихся на планете земельных ресурсов, из 14 млрд га суши используется только одна девятая часть. На каждого жителя планеты приходится около гектара сельскохозяйственных земель, в том числе пашни – около 0,3 га [Кураченко, 2008].

Плодородные почвы (или здоровые) способствует росту растений, обеспечивая их питательными веществами. По подсчетам ФАО (2015), 95% продовольствия производится прямо или опосредованно на почвах.

Нарастающая экологическая разбалансированность окружающей среды и климата стала для современного общества важнейшей проблемой, требующей кардинального изменения самой философии отношения к месту обитания. Конфликт с природой, сопровождаемый ростом числа экологических катастроф и их глобализацией, остро ставит вопрос о сохранении устойчивости биосферы [Белолобцев, 2010].

В почвенном покрове лесостепи Западной Сибири черноземные почвы обладают наибольшим бонитетом. Чередование в регионе засушливых лет с годами нормального и повышенного увлажнения обуславливает заметные различия в режиме питания растений при равных агротехнических условиях, что является основной причиной различной эффективности удобрений в отдельные годы [Система..., 2020].

Черноземы, являясь эталоном почв, лесостепной и степной зон в их целинном или залежном состоянии характеризуются мощным гумусовым горизонтом, достаточной обеспеченностью питательными элементами, высокой водоудерживающей способностью и водоустойчивой комковато-зернистой структурой, которая создает оптимальный водно-воздушный режим и способна противостоять как водной эрозии, так и механическим воздействиям. На черноземных почвах РФ размещено более половины пахотных угодий и производится около двух третей всей сельскохозяйственной продукции [Курганова и др., 2021].

Обработка почвы – важное звено системы земледелия. Механическое воздействие на почву машин и орудий оказывает существенное влияние на агрофизические, физико-химические и биологические свойства почвы. Обработка почвы кроме непосредственного влияния на нее, способствует защите растений от влияния отрицательных факторов: сорняков, болезней, вредителей, водной и ветровой эрозии (дефляции). Велико значение обработки почвы при размещении удобрений в верхнем слое, что оказывает заметное влияние на их результативность [Кирюшин, 2010].

Стратегическим направлением развития земледелия и растениеводства в России является переход на ресурсосберегающие технологии с целью повышения рентабельности при возделывании сельскохозяйственных культур и сохранения почвенного плодородия [Кураченко, 2018].

С изменением механической нагрузки на почву, применением удобрений и пестицидов нарастает масса растительных остатков на поверхности поля, что существенно влияет на элементы плодородия, такие как уменьшение эродированности, повышение содержания водопрочных агрегатов, улучшение водного режима и водопотребления на единицу продукции [Юшкевич, 2002].

3.1 Плотность, структура и эродированность

Агрофизическое состояние верхнего слоя почвы непосредственно влияет на процессы жизнедеятельности растений. Первичным и определяющим фактором всей физики почвы является ее плотность. Она во многом зависит от минералогического и гранулометрического состава, структуры и содержания органического вещества. Большое влияние на плотность

верхнего слоя оказывает агротехнология и воздействие движущейся по поверхности поля техники. Наиболее рыхлой почва бывает после обработки, затем она постепенно уплотняется, и через некоторое время ее плотность приходит в состояние равновесной. Верхние слои почвы с содержанием большего количества органического вещества, лучше оструктуренные, подвергающиеся рыхлению при обработке, имеют более низкую плотность. Плотность верхнего слоя влияет на поглощение влаги, газообмен, развитие корневых систем растений, интенсивность микробиологических процессов [Ревут, 1972; Кирюшин, 2000].

Плотность почвы во многом является почвенно-зональной характеристикой и зависит от содержания в ней гумуса, гранулометрического состава и структуры [Холмов, Юшкевич, 2006].

Опыты Слесарева В.Н. (1984) показали, что оптимальная плотность сибирских почв черноземного ряда при возделывании зерновых культур составляет 1,1 г/см³. На рыхлой (0,9 г/см³) и плотной (1,3 г/см³) почве продуктивность зерна снижалась на 16 и 32%, соответственно.

Установлено, что минимизация обработок способствует оптимизации агрофизических свойств почвы. Длительное, в течение 20 лет, применение минимальных обработок на черноземных почвах южной лесостепи не приводит к переуплотнению верхнего слоя, а, наоборот, поддерживает объемную массу и скважность в оптимальном интервале (1,04-1,10 г/см³ и 56,5-58,9%) [Холмов, Юшкевич, 2006].

Для урожая вредна как рыхлая, так и переуплотненная почва, а ее оптимальное сложение создает наилучшие условия для жизни растений. Для черноземных почв южной лесостепи оптимальная плотность для зерновых культур в верхнем слое составляет 1,0-1,2 г/см³ [Юшкевич, 2002].

В наших исследованиях установлено, что верхний слой лугово-черноземной почвы при выращивании пшеницы яровой по паровому предшественнику на минимальной агротехнологии имел параметры плотности почвы близкие к оптимальным (рисунок 2).

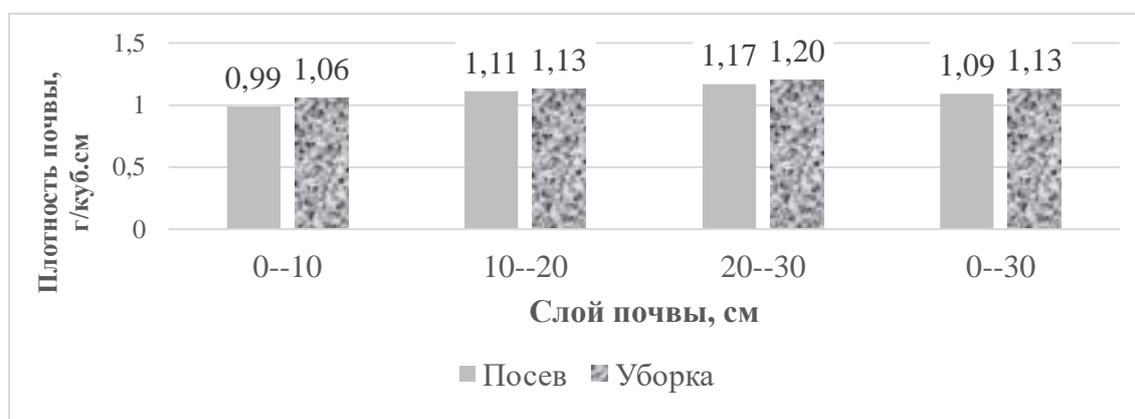


Рисунок 2 – Плотность верхних слоев лугово-черноземной почвы, г/см³

Наблюдения показали, что в паровом поле отмечены изменения плотности верхнего слоя черноземной почвы в период от обработки до посева яровой пшеницы, причем более рыхлая почва уплотнялась сильнее. В целом, плотность почвы в слое 0-30 см была оптимальной при посеве сортов яровой пшеницы (1,09-1,13 г/см³), причем в нижних (10-20 и 20-30 см) слоях плотность почвы повышалась до 1,11 - 1,17 г/см³. К уборке яровой пшеницы уплотнение верхнего (0-30 см) слоя почвы достигало – 1,13 г/см³ и было близким к оптимальным параметрам для яровой пшеницы – 1,10-1,15 г/см³.

Структура почвы оказывает заметное влияние на ее водный режим и испарение влаги в регионах с дефицитом водных ресурсов. В работах Докучаева В.В. и особенно Костычева П.А. отмечалось важное значение структуры в формировании агрономических свойств почвы. Вильямс В.Р. наиболее детально исследовал роль структуры в плодородии почв. В последующем этими вопросами занимались Гедройц К.К., Дояренко А.Г., Качинский Н.А., Саввинов Н.И., Вершинин П.В., Тюлин А.Ф., Рассел Э. и другие [Холмов, Юшкевич, 2006].

При применении ресурсосберегающих поверхностных обработках устойчивость к уплотнению обусловлена в основном водопрочностью почвенной структуры. Чем больше в верхнем слое черноземных почв водопрочных агрегатов, гумуса, тем ниже плотность и выше устойчивость к уплотнению [Система..., 2020].

Исследования показали, что коэффициент структурности (К) и содержание водопрочных агрегатов более 0,25 мм (%) в верхних слоях черноземной почвы при минимальной обработке после посева пшеницы яровой в целом было благоприятным (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели структурности и эродлируемости почвы

Показатели структурности					
Коэффициент структурности (К)			Водопрочность агрегатов более 0,25 мм, %		
Слой почвы, см					
0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
1,68	1,72	1,70	48,8	55,9	52,4
Показатели эродлируемости					
Комковатость, %			Эродлируемость почвы, г за 5 мин.		
57,1			47,2		

Установлено, что ресурсосберегающая агротехнология способствует высокой оструктуренности верхнего (0-20 см) слоя почвы с коэффициентом структурности 1,68-1,72. Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-10 см было несколько ниже (на 0,04), чем в подповерхностном

(10-20 см) слое. Содержание водопрочных агрегатов в пахотном (0-20 см) слое было высоким (52,4%), причем в подповерхностном (10-20 см) содержание водопрочных агрегатов повышалось на 14,5%. Данные исследования подтверждают устойчивость черноземных почв к переуплотнению и определяют целесообразность освоения ресурсосберегающих почвоохраняющих технологий возделывания зерновых культур.

Наблюдения за эрозионной устойчивостью поверхности парового поля после посева пшеницы яровой показало ее слабую податливость к дефляции (таблица 5). На данном варианте ресурсосберегающей технологии подготовки пара и незначительном количестве растительных остатков, комковатость верхнего слоя обеспечивает защиту почвы от дефляции, и поверхность поля находилась в градации эрозионной устойчивости (47,2 г.).

В целом, черноземы Омской области можно отнести к удовлетворительно и хорошо оструктуренным или обладающим повышенной устойчивостью к уплотнению. На данных оструктуренных почвах, особенно в южной лесостепи и засушливой степной зоны, не следует опасаться переуплотнения почвы даже при периодическом отказе от основной обработки [Система..., 2020].

Таким образом, применение ресурсосберегающих приемов обработки парового поля оптимизирует плотность верхнего слоя почвы (до 1,13 г/см³), структурное состояние, водопрочность и сохраняет устойчивость поля к дефляции.

3.2 Водный режим и водопотребление

Влага почвы – фундаментальный ресурс для формирования растений, а также главный фактор, определяющий условия произрастания агрокультур, и важнейший элемент плодородия. Потребность растений в воде проявляется с первых дней жизни. Она поддерживает обменные процессы, за счет нее происходит питание растений.

Установлено, что в южной лесостепи в течение периода парования запасы влаги увеличились в среднем за 20 лет на 106 мм (18,2% от выпавших осадков). За летний период в паровом поле накопилось только 14,5 мм влаги (7,6%), а за осенне-зимний – 13,8% осадков. Главный гидрологический эффект чистого пара заключается в том, что дополнительная влагозарядка почвы за счет парования поля уменьшает зависимость урожайности зерновых культур от летних осадков [Неклюдов, 1989; Макаров и др., 1992].

Пшеница яровая в процессе роста и развития проходит 12 фаз онтогенеза, требующих различных условий для их оптимального протекания:

набухание и наклёвывание семян, прорастание, всходы, образование третьего листа, кущение, выход в трубку, стеблевание, колошение, цветение, молочная, восковая и полная спелость. Для прорастания семян мягкой пшеницы требуется воды 50-60% массы сухого зерна. Наибольшее количество влаги пшеница расходует в период выхода в трубку и колошения – 50-60%, в фазе молочной спелости – до 20-30 и восковой спелости – только 2-5% общего потребления ее за весь период вегетации [Усовершенствованная..., 2014]. Рост растений, величина и качество урожая определяются как генетическими признаками, так и экологическими особенностями места произрастания. Известно, что критический период по отношению к влаге у пшеницы включает фазы – кущение – выход в трубку, продолжительность его составляет четыре декады [Едимоичев, Романов, 2009].

Установлено, что яровая пшеница за период вегетации расходует 300-400 мм продуктивной влаги. Коэффициент водопотребления или расход воды на создание тонны зерна в регионе составляет до 150-170 мм [Усовершенствованная..., 2014]. В этой связи перед посевом сортов пшеницы яровой были определены водные ресурсы парового поля и их динамика изменений в течение вегетации (рисунок 3).

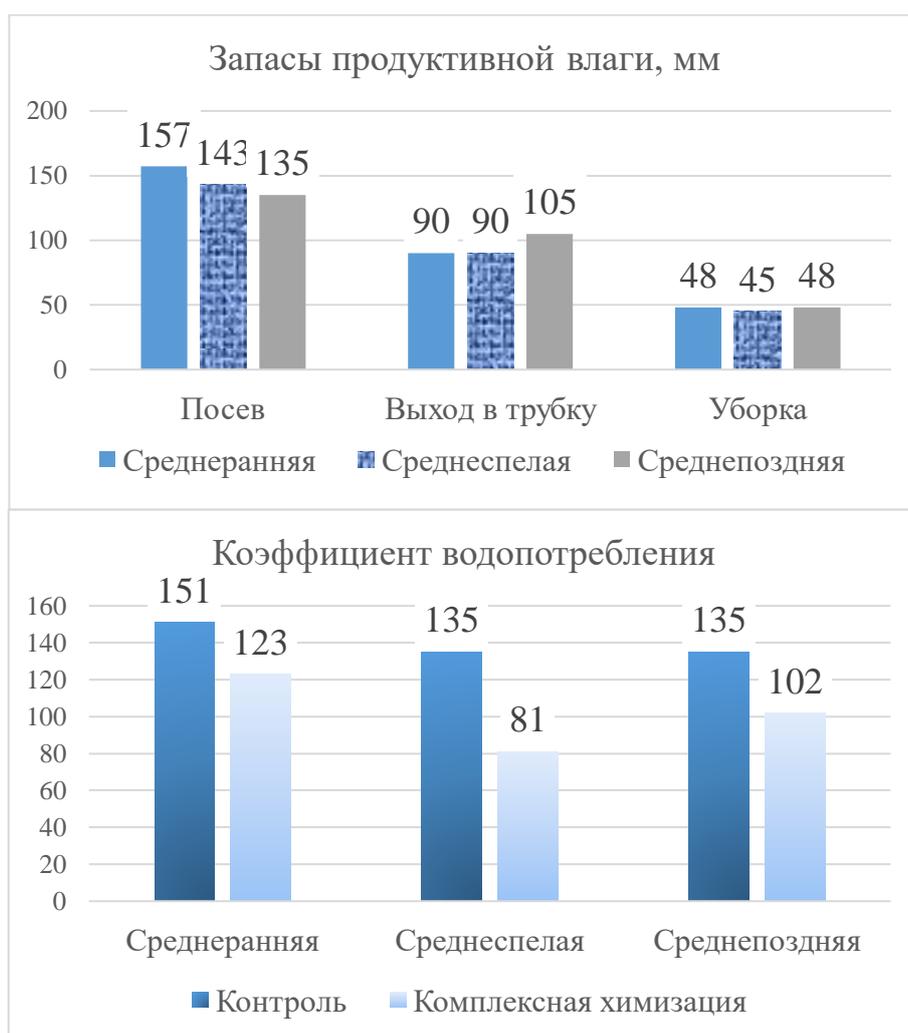


Рисунок 3 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы (мм) и коэффициент водопотребления в период вегетации пшеницы мягкой яровой

В целом, содержание продуктивной влаги к посеву было благоприятным (135-151 мм) и определялось агротехнологией возделывания. Количество воды весной было наибольшим. На среднеранней группе сортов запасы продуктивной влаги к посеву пшеницы яровой составляли 136,5-167,5 мм, среднеспелой – 125,2-164,3 мм и среднепоздней – 112,4-160,0 мм. Более благоприятные весенние запасы продуктивной влаги в почве отмечались в 2010 и 2012 гг. В зависимости от биотипа сортов яровой пшеницы в метровом слое содержалось от 112,4 до 167,5 мм продуктивной влаги при средних показателях в 2011 году – 116-172 мм.

По вариантам интенсификации в период выхода в трубку пшеницы яровой различие по влагозапасам было несущественным. За счет повышенных летних осадков почти в два раза увеличилось содержание продуктивной влаги во влажном 2011 году (148,5 и 122,8 мм) по отношению к засушливым 2010 и 2012 годам, оказав заметное влияние на продуктивность сортов пшеницы яровой.

К концу вегетации агрокультуры запасы продуктивной влаги резко снизились, вплоть до полного ее водопотребления отдельными биотипами яровой пшеницы в среднем до 47-50 мм. Наименьшее содержание влаги отмечено в период уборки культуры у среднепоздней группы сортов (1,6 мм) в наиболее засушливом 2012 году.

Еще в работах Измаильского А.А. (1937) отмечалось, что в жизни растений наблюдаются периоды вегетации, когда они наиболее остро нуждаются в воде. В настоящее время экологи и физиологи связывают «критический период» с процессами формирования генеративных органов возделываемых растений. Для зерновых культур обычно принимают, что «критический период» наступает за 15 суток до колошения и захватывает 6 суток после колошения, однако при формировании зерна дефицит влаги в почве отрицательно сказывается на урожайности культуры. «Критический период» – биологический признак, связанный с происхождением сорта. На третьем и четвертом этапах органогенеза (третья декада июня), когда происходит дифференциация главной оси зачаточного соцветия и образование колосковых бугорков, то есть детерминируются элементы высокой продуктивности растений – большое значение имеет создание оптимального режима питания и влагообеспеченности. Дефицит влаги резко снижает количество колосков в зачаточном колосе яровой пшеницы.

В условиях недостатка влаги, особенно в засушливые годы, важное значение имеет коэффициент водопотребления или количество воды, которое затрачивается на создание единицы зерна. Исследованиями установлено, что

коэффициент водопотребления за годы наблюдений при минимальной обработке почвы на контрольном варианте (без химизации) составил в среднем 140,2 мм на 1 т зерна и на комплексной химизации – 102,2 мм/т.

Повышенный расход воды отмечен у среднеранней группы сортов, как на контрольном варианте, так и на комплексной химизации (150,8 и 123 мм/т), более экономный – у среднепоздней группы (меньше на 16,2 мм/т, или 12%) на контроле и у среднеспелой – на варианте комплексной химизации (41,7 мм/т, или 51%), что объясняется биологическими особенностями сортов яровой пшеницы и снижением затенения почвы, которое способствует повышению непродуктивного испарения.

В засушливые годы, когда основным лимитирующим фактором является влага, продуктивность ее использования снижается. Так, во влажном 2011 году коэффициент водопотребления в среднем по фонам интенсификации составил 66,2 мм/т, в засушливом 2012 году достигал 221,3 мм/т, причем наибольший расход влаги отмечен на контрольном варианте (71,7 и 255,7 мм/т). Применение средств интенсификации позволило снизить расход влаги на единицу продукции на 8-33%.

Общим для всех биотипов сортов яровой пшеницы за годы исследований было значительное варьирование их водопотребления по годам, которое зависело, прежде всего, от гидротермических условий и продуктивности сортов культуры.

Таким образом, основной причиной низких и нестабильных урожаев пшеницы яровой в лесостепи Западной Сибири является недостаточное увлажнение в течение вегетации (280-350 мм). Дефицит осадков усугубляется их крайней неустойчивостью и неравномерностью выпадения. Решающую роль для урожая играет не только общее количество осадков, но и благоприятное их распределение в течение вегетационного периода в соответствии с биологическими особенностями сортов пшеницы яровой. В годы исследований при весенних влагозапасах в метровой толще почвы, создались благоприятные условия для роста и развития сортов пшеницы яровой различных групп спелости. С увеличением длины вегетационного периода сортов от среднераннего до среднепозднего коэффициент водопотребления имел тенденцию снижения в среднем с 140,2 (контроль) до 102,2 на варианте комплексной химизации или на 37% в первую очередь за счет снижения засоренности агрофитоценоза и повышения продуктивности культуры.

3.3 Питательный режим

В многочисленных исследованиях, проведенных в нашей стране и за рубежом, показана существенная роль агрохимических средств в регули-

ровании круговорота питательных элементов в агроэкосистемах, сохранении плодородия почвы, повышении адаптационного потенциала растений к неконтролируемым факторам внешней среды, изменении биологической активности и структуры почвенного микробиоценоза, а также в решении других важных агрономических и экологических задач.

Уровень урожайности сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов: почвенных, климатических, технологических и других. Одним из важнейших показателей почвенного плодородия является содержание в почве необходимых элементов питания для растений, причем при формировании урожайности сельскохозяйственных культур основную роль играет не только обеспеченность растений элементами питания, но и содержание их доступных форм. В основном для роста и развития растений необходимо наличие трех главных элементов – азота, фосфора и калия [Евдокимова, 2016].

Пшеница яровая является культурой требовательной к плодородию почв по сравнению с другими яровыми. При урожае зерна 2,5 т/га и 3,7 т/га соломы она выносит из почвы: 95 кг – азота, 30 – фосфора и 60 кг – калия. Больше других зерновых культур пшеница извлекает из почвы азота, затем калия и меньше – фосфора. Потребление ею питательных веществ в разные фазы роста и развития неодинаково: азота она поглощает меньше в первый период роста и больше – в фазе кущения, выхода в трубку, колошения, вплоть до молочной спелости зерна [Холмов, Юшкевич, 2006].

Содержание элементов питания в почве (азот, фосфор, калий) определяли в смешанных образцах, отобранных одновременно с отбором образцов на влажность (перед посевом и после уборки культуры): нитратный азот ($N-NO_3$) – по Грандваль-Ляжу с дисульфифеноловой кислотой в слое 0-40 см, подвижный фосфор (P_2O_5) и обменный калий (K_2O) из одной вытяжки по Чирикову (слой 0-20 см) с окончанием определения для калия – пламеннофотометрически и фосфора – колориметрически, окрашивание по Дениже в лаборатории агрохимии Омского АНЦ (СибНИИСХ).

Азот – один из основных элементов, необходимых для растений – участвует в образовании белков в нуклеиновых кислотах, хлорофилла, фосфатидов и многих витаминов. Наиболее интенсивно растения яровой пшеницы поглощают и усваивают азот в период максимального образования и роста стеблей и листьев, недостаток азота в этот период сказывается на росте растений: ослабляется рост боковых побегов, листья, стебли и плоды имеют меньшие размеры, а листья становятся бледно-зелеными или желтоватыми [Барановский, 2008; Гамзиков, 2013].

Фосфор поступает в растения только из почвы и удобрений, поэтому накопление подвижной P_2O_5 в почве за счет естественных ее запасов и путем внесения удобрений имеет большое значение в улучшении условий фосфорного питания. Растения наиболее чувствительны к недостатку фосфора в самом раннем возрасте. Важную роль играет фосфор при образовании зерна. Его недостаток в почве снижает интенсивность дыхания и синтез белков, засухоустойчивость, слабо развиваются генеративные органы растений, что отрицательно сказывается на их продуктивности. Фосфор способствует повышению зимостойкости растений, ускоряет их развитие и созревание, стимулирует плодоношение, благоприятствует интенсивному нарастанию корневой системы, чем повышает их засухоустойчивость [Палецкая, 1963; Барановский, 2008].

Калий поддерживает необходимый водный режим в растениях, способствует образованию углеводов (сахаров, крахмала), снижает пораженность заболеваниями, оказывает положительное влияние на физиологическое состояние коллоидов цитоплазмы, повышает их оводненность, набухаемость и вязкость, что имеет большое значение для оптимального обмена веществ в клетках, а также для повышения устойчивости растений к засухе. При недостатке калия и усилении транспирации растения быстрее теряют тургор и вянут [Барановский, 2008; Значение калия..., 2017].

Изучение почвенных процессов является одной из важнейших основ управления плодородием, в особенности при систематической антропогенной нагрузке (обработка, применение средств интенсификации, измельчение соломы). В настоящее время в производстве основным способом улучшения питательного режима остается мобилизация элементов плодородия и улучшения азотного режима – интенсивная обработка и периодическое парование почвы [Храмцов, Юшкевич, 2013].

На ресурсосберегающих обработках почвы отмечается некоторое снижение подвижных элементов питания и, прежде всего, нитратного азота. В связи с низким содержанием фосфора в основных земледельческих районах региона зерновые, особенно при размещении по пару, нуждаются больше всего в дополнительном внесении фосфорных удобрений, в меньшей мере – азота и калия [Кочергин, 1980].

Гамзиков Г.П. (2013) отмечает, что своеобразие и контрастность почвенных и климатических условий Западной Сибири определяют особенности структуры азотного фонда почв, режим гетерогенных соединений почвенного азота, их концентрацию, мобильность и доступность растениям, а также эффективность азотных удобрений.

Пруцков Ф.М. (1982) выяснил, что у среднеранних и среднеспелых сортов яровой пшеницы в начальный период относительно слабо развивается вегетативная масса, они отличаются более высокой способностью

синтезировать белки. К моменту налива зерна распад белковых веществ в листьях более раннеспелых сортов преобладает над их синтезом. Поэтому данные сорта по сравнению с среднепоздними нуждаются в оптимальном обеспечении азотом. Позднеспелые сорта отличаются более сильным развитием вегетативной массы, потребляют больше питательных веществ и менее экономно их расходуют. Продолжительное время листья у позднеспелых сортов «работают» на себя и мало – для колоса и семян. Высокая способность синтезировать белковые вещества во время налива зерна снижает урожайность и его качество. У указанных сортов следует ослаблять синтетическую способность листьев к моменту налива зерна; для этого с самого начала развития растений вносят удобрения с относительным преобладанием фосфора над азотными.

Зерфус В.М., Кочегарова Н.Ф. (1981) отмечают, что урожайность новых высокопродуктивных сортов, внедряемых в зоне, в благоприятные годы на 0,7-0,9 т/га превышает урожайность старых районированных сортов. Следовательно, потребность новых сортов зерновых культур в удобрениях может быть значительно выше, чем старых. Особенно высока потребность у растений в азоте, поскольку вынос этого элемента из почвы в 2,5-3 раза превышает потребление фосфора.

Основная масса азота в почве (93-95%) находится в органических соединениях. В неорганической форме азот в почве находится как аммоний (NH_4^+), как нитрат (NO_3^-) и нитрит (NO_2^-). Около 1% азота содержится в легкоусвояемых растениями минеральных формах. Содержание всех форм минерального азота (по Гамзикову Г.П.) в пахотном слое почвы составляет в среднем 5-7% от общего азота. Из всех форм почвенного азота наиболее динамичная – нитратная [Ермохин, 1995; Холмов, Юшкевич, 2006].

Разработанная омскими учеными система диагностики почвенная Кочергиным А.Е. и почвенно-растительная оперативная Ермохиным Ю.И. позволяет определить необходимую потребность растений в азотном питании, учитывая и фосфорно-калийное [Красницкий, 2017].

Многолетними исследованиями лаборатории агрохимии СибНИИС-Хоза (Кочергин А.Е., Гамзиков Г.П.) и кафедры агрохимии ОмГАУ (Ермохин Ю.И. и др.) установлено, что основным источником азотного питания растений (за исключением бобовых культур) на черноземах являются нитраты (соли азотной кислоты).

Исследованиями сибирских ученых-агрохимиков на черноземных почвах Западной Сибири установлено, что уровень обеспеченности растений азотом следует оценивать по содержанию нитратного азота в почве (по Кочергину А.Е. – слой 0-40 см, по Гамзикову Г.П. – слой 0-20 см) [Система..., 2020].

Черноземные почвы обладают значительными запасами фосфора, особенно в верхнем 0-20 см слое. Однако не все запасы фосфора в почве находятся в доступной для растений форме. Сельскохозяйственные культуры, особенно зерновые, на черноземных почвах испытывают обычно недостаток в этом элементе питания [Палецкая, 1963]. Известно, что содержание подвижного фосфора в почве является характерным признаком ее плодородия, а повышение обеспеченности P_2O_5 - показателем повышения окультуренности почвы [Шафран и др., 2011].

Фосфор наряду с углеродом, водородом, кислородом, азотом и серой обладает высокой реакционной способностью и относится к элементам, определяющим нормальное функционирование биосферы. Он участвует во всех жизненно важных биохимических и физиологических процессах, начиная с клеточного уровня и заканчивая уровнем высших организмов. Концентрация фосфора в почвах – один из наиболее значимых и устойчивых признаков, определяющих ее основное и специфическое свойство – плодородие, что вызывает необходимость изучения фосфатного состояния почв. В годы интенсивной химизации содержание подвижных форм фосфора в почвах было напрямую связано с уровнем применения минеральных и органических удобрений (Минеев, 2006).

Кравцова Н.Е., Цупор Ю.А. (2015) отмечают, что по данным Международного института питания растений по Восточной Европе, Центральной Азии и Ближнему Востоку критический уровень подвижных форм фосфора составляет 25 мг/кг P_2O_5 , для Ростовской области это значение соответствует 30 мг/кг. Значительный недостаток фосфора приостанавливает рост листьев и стеблей и существенно снижает семенную продуктивность растений. Отмечают тесную связь между фосфорным и азотным питанием. При увеличении степени недостатка фосфора в растительных тканях накапливается нитратный азот, одновременно замедляется синтез белков. Избыток фосфора приводит к преждевременному развитию растений, раннему созреванию плодов. В результате урожайность растений снижается.

Наблюдения Храмцова И.Ф., Безвиконного Е.В. (1998) за фосфатным режимом черноземных почв показали, что из двух изучаемых факторов (удобрения и обработка почвы) наиболее заметное влияние на количество подвижного фосфора оказали минеральные удобрения. Дальнейшее сокращение глубины и интенсивности обработки почвы (минимальная) приводит к более выраженной дифференциации, когда содержание подвижного фосфора в верхнем слое почвы превышает на 45% слой 10-20 см. На основании многолетних исследований установлено, что наиболее существенное влияние на потенциальное и эффективное плодородие черноземных почв оказывают систематически вносимые минеральные удобрения.

Храмцов И.Ф., Воронкова Н.А. (2005) отмечают, что под влиянием систематического применения фосфорных удобрений на черноземных почвах происходит накопление фосфатов, существенно изменяется их состав, и улучшаются условия фосфорного питания растений, за счет поступающего с туками и трансформации собственно почвенного фосфора. Количество минеральных форм фосфора при внесении фосфорных удобрений возрастает до 33%. Практически весь фосфор удобрений (90-95%) остается в наиболее подвижной части минеральных фосфатов. На черноземах лесостепи наиболее эффективной системой удобрений в зернопаропропашном и зернопаровом севооборотах является сочетание азотно-фосфорных туков в дозах 25-30 кг д.в./га пашни. Это обеспечивает бездефицитный баланс фосфора, повышает эффективное плодородие почвы, увеличивает продуктивность севооборота на 0,35-0,55 т/га зерновых единиц при окупаемости 1 кг туков 7-12 кг зерна.

На протяжении более пятидесяти лет ведутся полевые стационарные опыты в лесостепи Западной Сибири по оценке использования почвы в сельскохозяйственном производстве семян и зерна различных культур. Так, Бойко В.С., Тимохин А.Ю. (2021) подтверждают, что лугово-черноземная почва отличается повышенным содержанием валового фосфора (0,15-0,17%). При систематическом применении фосфорных удобрений уровень легкоподвижных форм минерального элемента достоверно возрастал в пахотном слое до 22,1-26,6 мг/кг. Анализ фракционного состава минеральных фосфатов показал устойчивый рост запасов его соединений при длительном положительном балансе. Однако фосфатный фонд почв земельной зоны Западной Сибири неоднороден; специфика содержания форм фосфорных соединений и их доступность растениям зависит от условий почвообразования. В целом для региона характерно богатство почвообразующих пород апатитами и фосфоритами и преобладание в фосфатном фонде почв высокоосновных фосфатов кальция и их оклюдированных форм; при повышенном содержании валового фосфора в почвах, доступность его запасов обычно низкая.

Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. (2006) отмечают, что обеспеченность растений калием при минимальных обработках почвы очень высокая и его мобилизация зависит в большей степени от природных факторов и в меньшей – от обработки почвы и предшественников.

Храмцовым И.Ф., Воронковой Н.А. (2005) установлено, что длительное применение азотно-фосфорных удобрений (без калийных) привело к снижению содержания обменного калия в слое почвы 0-20 см на 25%, а в 20-40 см – до 10%. Внесение 60 т навоза за ротацию севооборота и калийных удобрений (10 кг д.в./га пашни) обеспечивало бездефицитный баланс калия в севообороте.

На основе длительных стационарных полевых опытов Бойко В.С. и др. (2019) подтверждают, что значимое ухудшение калийного состояния почв при сильном дефиците баланса калия в агроценозах неизбежно и является лишь вопросом времени. Исходно очень высоко обеспеченная доступным калием лугово-черноземная почва, однако ряд дополнительных показателей свидетельствует о нарастающем истощении данной почвы наиболее подвижными фракциями почвенного калия.

При изучении сортов пшеницы яровой, различающихся по группам спелости, проведены агрохимические анализы по содержанию в лугово-черноземной почве наиболее значимых элементов для питания растений (таблица 2).

Таблица 2 – Питательный режим лугово-черноземной почвы

Группа спелости	Макроэлементы, определяемые в почве (мг/кг)					
	Нитратный азот N-NO ₃		Подвижный фосфор P ₂ O ₅		Обменный калий K ₂ O	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень
Среднеранняя	20,4	11,3	141,3	121,3	317	303
Среднеспелая	19,9	10,2	135,4	122,1	308	308
Среднепоздняя	19,5	9,9	150,8	126,7	303	294
НСР ₀₅	1,1	1,3	21,8	17,8	21	19

Наблюдения показали, что обеспеченность почвы макроэлементами перед посевом культуры по чистому пару была высокой (нитратного азота (N-NO₃) 19,5-20,4 мг/кг, подвижного фосфора (P₂O₅) 135,4-150,8 мг/кг и обменного калия (K₂O) 308-317 мг/кг) для полноценного формирования качественного урожая зерна сортов пшеницы яровой. К уборке сортов яровой пшеницы отмечается тенденция снижения содержания нитратного азота в почве от среднеранней до среднепоздней группы в 1,8-2,0 раза (9,9-11,3 мг/кг), подвижного фосфора на 13,3-24,1 мг/кг (11-19%) и незначительно – обменного калия на 9-14 мг/кг или 3-5%.

Таким образом, для обеспечения жизненно важных функций организма растениям необходим комплекс минеральных соединений, которые культура поглощает из почвы. При освоении ресурсосберегающих обработок почвы отмечается некоторое снижение подвижных элементов питания и, прежде всего, нитратного азота. В связи с низким содержанием фосфора в основных земледельческих районах региона зерновые, особенно при размещении по пару, нуждаются больше всего в дополнительном внесении фосфорных удобрений, в меньшей мере – азота и калия. Гамзиков Г.П.

(1973, 2001) отмечает, что высокие запасы минерального азота в пару определяют обеспеченность растений элементом, а, следовательно, отзывчивость культуры на вносимые удобрения и наличием влаги в почве. Красницкий В.М. (2017) также придерживается мнения, что эффективность удобрений зависит от обеспеченности растений осадками в период вегетации и запасами влаги в почве, изменением потребности растений в течение вегетации, мобилизация азота в почве, накопление его растениями и потерями при росте и развитии растений. Минимизация обработки почвы ослабляет процесс минерализации органического вещества, что приводит к уменьшению накопления азота в почве.

В целом, группы сортов пшеницы яровой в процессе своего роста и развития потребляли различное количество элементов питания из почвы, зависящее от особенности химического состава растения и сорта, а также погодных условий. Как известно, растения имеют периоды максимального потребления питательных веществ, когда в довольно сжатые сроки в них поступает значительное количество элементов питания. Связано это с тем, что накопление растениями элементов минерального питания протекает в течение периода вегетации неравномерно. В процессе роста происходит образование новых органов, соответствующих периоду развития растений, при этом более интенсивно потребляются элементы питания, которые в наибольшей степени необходимы определенному биотипу яровой пшеницы.

3.4 Фитотоксичность (биотестирование)

В настоящее время единого мнения по определению фитотоксичности почвы в тест-объектах не имеется. Многие авторы используют термин «фитотоксичность» (Сидорова Л.В. (2009); Шпис Т.Э., Ананьева Ю.С. (2010)), «биотестирование» (Багдасарян А.С. (2005); Маячкина Н.В., Чугунова М.В. (2009)) и «токсичность почвы» (Минеев В.Г. и др. (1991); Данилова А.А. (2012 и 2013)).

Согласно определению ГОСТ 17.4.3.04-85 «Фитотоксичность почвы – способность почвы оказывать угнетающее действие на растения, приводящее к нарушению физиологических процессов, ухудшению качества растительной продукции и снижению ее выхода».

Исследования Багдасарян А.С. (2005) показали, что методы биотестирования все чаще используются для определения токсических свойств окружающих нас сред: воздуха, воды, почвы, промышленных отходов, материалов.

Сидорова Л.Н. (2009) в модельном опыте (чернозем типичный и серая лесная почва) изучала влияние токсичных ионов, входящих в состав поллютантов (нефтепромысловые сточные воды) в концентрациях от 0,2 до 4% на физиологические свойства кресс-салата. Токсичное действие солей на рост и развитие кресс-салата в почве возрастает в следующем ряду: $MgCl_2 > MgSO_4 > NaCl > CaCl_2$. При низких концентрациях солей в почве ионы Mg^{2+} усиливают, а Ca^{2+} снижает токсичность влияния хлора.

Донец Е.В. (2008) в южной тайге Омской области (лабораторные условия) выявила наличие стимулирующего эффекта на прорастание семян хвойных видов древесных растений концентраций сырой нефти до 1,00 мг/л. Наибольшей устойчивостью к воздействию сырой нефти в фазе прорастания семян характеризуются семена сосны обыкновенной (концентрация нефти до 0,10 мг/л), наименьшей – семена ели сибирской и промежуточное значение занимают семена лиственницы сибирской.

Шпис Т.Э., Ананьева Ю.С. (2010), исследуя почвы колючей степи Алтайского края при помощи тест-растения салата латука (метод почвенных пластинок, измерение длины корней и длины проростков) пришли к выводу, что повышение фитотоксичности почвы приводит к снижению урожайности зерна яровой пшеницы. Для почв с низким плодородием и высоким проявлением потенциального микробного токсикоза характерна наибольшая токсичность. Ее снижение способствует оптимизации ведущих факторов (содержание гумуса, нитратного азота, CO_2 карбонатов, кислотности почв, потенциального микробного токсикоза почв) и, как следствие, увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Данилова А.А. (2013) отмечает, что в многолетнем полевом опыте при минимизации механической обработки почвы наиболее чувствительным индикатором отклика микробного комплекса выщелоченного чернозема Приобья на воздействие пестицидов оказалась численность автотрофных нитрифицирующих микроорганизмов. Рекомендованные дозы препаратов на фоне минимальной обработки вызывали изменения в количестве нитрификаторов (повышение числа КОЕ до 3-5 раз). На стерневых фонах отклик микробного комплекса почвы на внесение пестицидов был более выраженным в сравнении со вспашкой.

В целом, современное сельское хозяйство практически невозможно представить без применения удобрений и средств защиты растений. Вопрос о биохимической сущности действия на растение средств защиты растений и стимуляторов роста актуален и недостаточно изучен. Очевидно, что химические соединения оказывают на растение определенное физиологическое действие путем влияния на то или иное звено в обмене веществ.

В настоящее время в зерновом производстве неодинаково применение удобрений и пестицидов, направленные на борьбу с сорными растениями и насекомыми-вредителями. Однако, несмотря на эффективность их применения, пестициды наносят определенный ущерб окружающей среде, почве и, как следствие, здоровью человека. Поступление химических средств защиты растений в почву влияет на ее биологические свойства (снижается численность микробиоты, беспозвоночных животных верхнего яруса, в котором происходит потребление и разложение органических остатков). Пестициды наряду с явным изменением биологической активности почв, частично изменяют показатели плодородия (гумусное состояние, структуру, pH). По сравнению с другими типами почв черноземы обладают высокой степенью устойчивости к загрязнению вообще и к пестицидам, в частности [Булгакова и др., 2017].

По данным ФАО (2015), симбиотические отношения между почвами и растительностью наиболее наглядно проявляются в сельскохозяйственном секторе: продовольственная безопасность и питание зависят от состояния почв. Однако методы интенсивного земледелия, выращивание монокультур и глубокая вспашка подвергают риску здоровье почв, истощая запасы питательных веществ.

Якименко В.Н., Малюга А.А. (2014) установлено, что различная интенсивность использования минеральных удобрений в агроценозе отражается на функционировании микробного сообщества почвы. Систематическое внесение научно обоснованных и сбалансированных доз удобрений в лесостепи Западной Сибири оказало заметное положительное действие на численность и структуру почвенного микробоценоза. Оптимизация эффективного плодородия почвы и условий минерального питания растений в агроценозе способствовала значительному росту численности почвенных бактерий и актиномицетов. Дефицит в почве подвижных форм хотя бы одного из макроэлементов (например, калия) негативным образом отражался на популяции прокариот. Одностороннее использование азотных удобрений при сильнодефицитном балансе калия и истощенном калийном фонде почвы вызывает существенный рост популяции грибов, в том числе фитопатогенных, повышая тем самым инфекционный потенциал. Оптимизация калийного состояния способствовала значительному сокращению численности почвенных грибов и улучшению фитосанитарной ситуации в агроценозе.

Ренев Е.П., Еремин Д.И. (2021) установили, что без внесения минеральных удобрений пространственная и временная неоднородность в ходе

исследования были обусловлены формированием различных гидротермических условий пахотного слоя, оказывающих влияние на активность нитрифицирующей микрофлоры.

В настоящее время широко используются экспресс-диагностики, с помощью которых можно легко и с минимальными затратами определить степень антропогенной нагрузки на различные среды обитания.

К числу эффективных способов мониторинга относят метод биотестирования, который позволяет оценить фитотоксичность почв. При оценке степени фитотоксичности почв агроценозов в качестве биотестов обычно используют семена высших растений, тест-параметрами для которых служат энергия прорастания, всхожесть, длина ростков и корней.

Биотестирование почвы проводили по методике ВИУА на проростках редиса [Минеев и др., 1991]. Почвенные образцы в слое 0-10 см отбирали три раза в течение вегетационного периода: первый отбор (начало кущения) – до обработки гербицидами (минеральные удобрения (суперфосфат) внесены перед посевом), второй (колошение) – через 10-14 дней после обработки посевов гербицидами и третий отбор (налив зерна) проводили через 10-14 дней после опрыскивания гербицидами и фунгицидом. Результаты исследований обрабатывали по схеме трехфакторного дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. (1979) методом неорганизованных повторений ($n=100$). Статистическую обработку данных осуществляли с помощью компьютерной программы *Microsoft Excel*.

При возделывании пшеницы различных групп спелости выявлена сопряженность фитотоксичности с изучаемыми факторами интенсификации. Наблюдения показали, что в почвенной вытяжке под пшеницей длина корешка редиса находилась в пределах от 3,3 до 4,2 см с превышением над контролем (вода) на 10-37% (таблица 3).

В период кущения культуры (внесение минеральных удобрений перед посевом) на контрольном варианте в вытяжке среднеранней группы спелости наблюдалось заметное увеличение длины корешка редиса по сравнению со среднеспелой на 0,2 см (5%) и со среднепоздней – на 0,3 см (8%). На варианте комплексной химизации наибольшая длина тест-культуры отмечена у среднеспелой группы, наименьшая – у среднеранней на 0,6 см (18%) и среднепоздней на 0,2 см (5%). Отмечено уменьшение корешка редиса в сравнении с чистой водой до 10% в пределах ошибки опыта у среднеранней группы сортов.

Таблица 3 – Биотестирование лугово-черноземной почвы при возделывании пшеницы различных групп спелости по паровому предшественнику

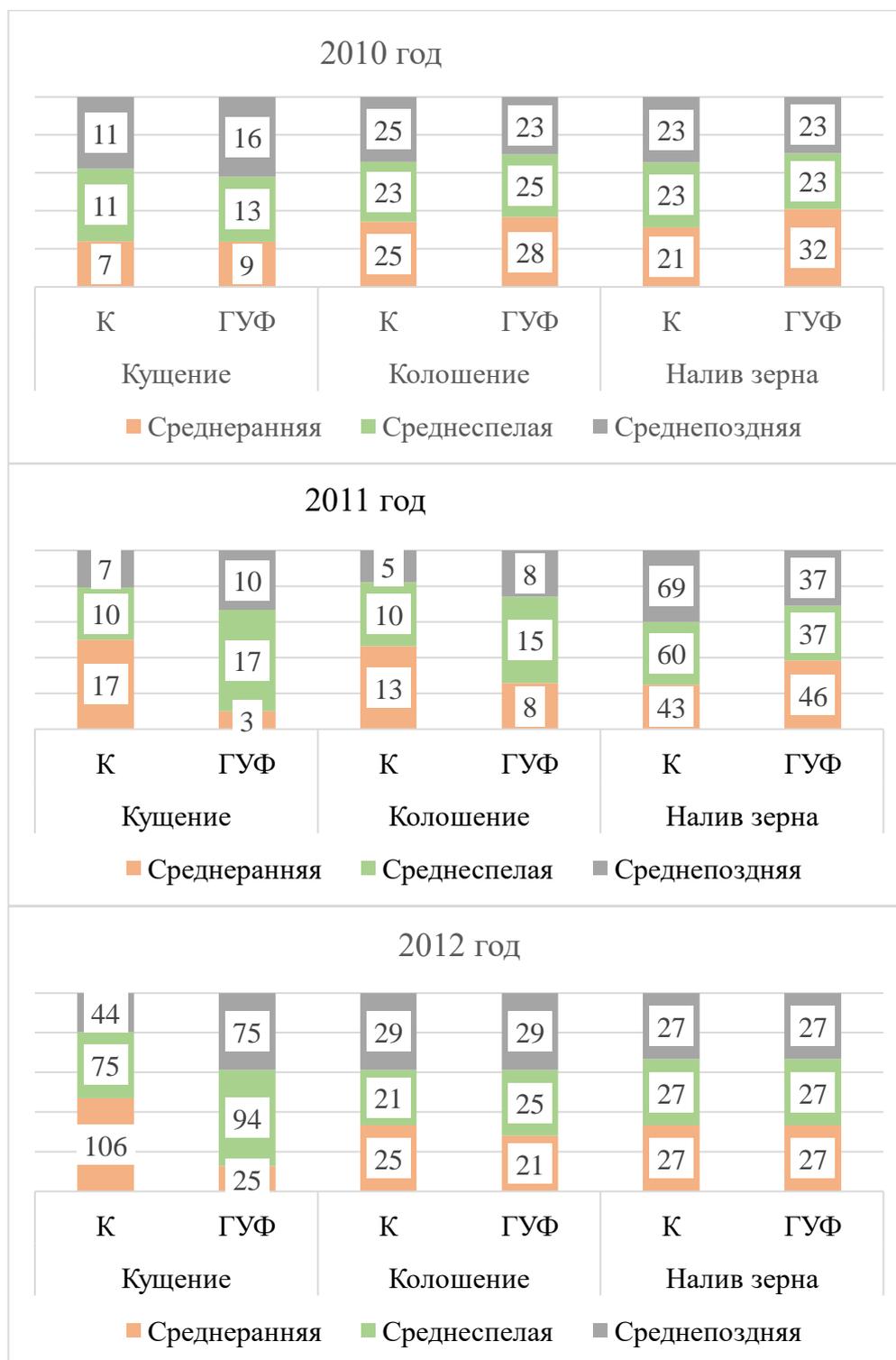
Группа сортов пшеницы яровой	Кущение		Колошение		Налив зерна	
	см	%	см	%	см	%
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
Чистая вода	3,0	-	3,6	-	3,0	-
Контроль (без опрыскивания)						
Среднеранняя	3,8	27	4,4	22	3,9	30
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
Среднеспелая	3,6	20	4,4	22	4,1	37
Среднепоздняя	3,5	17	4,4	22	4,2	40
Среднее по варианту	3,6	20	4,4	22	4,1	37
Гербициды+удобрения+фунгициды (комплексная химизация)						
Среднеранняя	3,3	10	4,4	22	4,1	37
Среднеспелая	3,9	30	4,5	25	3,9	30
Среднепоздняя	3,7	23	4,4	22	3,9	30
Среднее по варианту	3,6	20	4,4	22	3,9	30
Среднее по опыту	3,6	20	4,4	22	4,0	33
НСР ₀₅ А (сорт) – $F_{\phi} \leq F_{05}$; В (химизация) – $F_{\phi} \leq F_{05}$; С (год) – 0,2 см						

В фазу колошения пшеницы, когда был применен только гербицид (баковая смесь против двудольных и мятликовых сорняков) зафиксирована максимальной длиной корешков редиса – 4,4-4,5 см.

В почвенной вытяжке в период налива зерна (проведена обработка посевов пшеницы фунгицидом) установлено снижение длины корешка редиса по сравнению с фазой колошения в среднем по опыту на 0,4 см (10%) и увеличение – на 0,4 см (11%) в отношении фазы кущения пшеницы яровой. Наибольшая длина корешка тест-культуры определена у среднеранней группой спелости 4,1 см, незначительно ниже под среднеспелой и среднепоздней на 0,2 см (5%).

Исследования проведены в течение трех лет за состоянием почвы под различными группами спелости сортов пшеницы яровой. Установлено, что в фазу колошения растений отмечен прирост корневой системы редиса по сравнению с первым отбором (кущение) в среднем по опыту на 0,8 см (22%). Данная особенность, возможно, связана с почвенно-климатическими условиями (активизация жизнедеятельности различных видов микроорганизмов, благоприятная температура воздуха в период вегетации растений), а также с выращиванием пшеницы в чистом пару, способствующий очищению почвы.

На рисунке 4 представлены данные экспресс-теста лугово-черноземной почвы в годы наблюдений. В результате проведенных исследований выявлена сопряженность биотеста прорастания редиса с изучаемыми факторами групп сортов пшеницы яровой и применением средств интенсификации в зернопаровом севообороте.



Примечание: К – контроль (без химизации); ГУФ – гербициды+удобрения+фунгициды (комплексная химизация)

Рисунок 4 – Влияние средств интенсификации на изменение параметров биотеста (%)

Выявлено, что в почвенной вытяжке пшеницы по пару длина корешка редиса изменилась в пределах 5,0-5,9 см в 2010 году, 3,1-5,9 см – в 2011 и только 1,4-3,3 см в 2012 году с превышением над контролем (чистая вода) от 3 до 106%.

В 2010 и 2012 гг. в почвенной вытяжке после обработки посевов гербицидами отмечено увеличение корешков редиса по сравнению с вариантом без гербицидов (на фоне удобрений перед посевом) на 0,3-1,0 см, или на 10,5-21,1%.

Отличительной особенностью вегетационного периода 2012 года является то, что он был экстремально засушливым за весь период наблюдений (ГТК 0,69, отмечена сухость воздуха и припочвенного слоя). В этом году прослеживалось снижение длины корешка редиса во всех вариантах опыта по отношению к 2010 и 2011 годам в 1,3 и 1,9 раза.

У среднеранней группы сортов с применением комплекса химических препаратов в кущение и колошение растений пшеницы наблюдалось увеличение длины корешка тест-культуры по сравнению с экстенсивной технологией на 0,5 и 0,1 см, соответственно. При третьем отборе почвы (налив зерна) происходит увеличение длины корешка редиса на 0,2 см (9,5%) по отношению к контролю. Среднеспелая и среднепоздняя группы сортов пшеницы яровой имеют закономерное снижение длины корешка редиса к третьему отбору почвы на 0,3 см (9,3%).

Таким образом, сочетание умеренных доз минеральных удобрений, гербицидов и фунгицидов на фоне комплексной химизации положительно повлияло на длину корешка тест-культуры в почвенной вытяжке. В середине вегетационного периода (июль) химическая нагрузка и почвенно-климатические условия (активизация почвенных микроорганизмов, недостаток или избыток тепла и атмосферных осадков) способствовали увеличению длины корешка редиса на 0,4-0,8 см (10-22%). Анализ данных показал, что лугово-черноземная почва – благоприятная среда для возделывания пшеницы яровой по чистому пару и рациональное применение средств интенсификации не оказывает негативного влияния на состояния почвенной биоты.

Глава 4

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ АГРОТЕХНОЛОГИИ

4.1 Биологические особенности биотипов

Развитие растений во многом определяется окружающей средой (свет, тепло, воздух, вода и питательные вещества), которые требуются в разных количествах или соотношениях. Удовлетворение потребностей растительного организма позволяет в полной мере реализовать его биологические возможности [Глухих, Батраева, 2022].

Пшеница яровая – высокоценная культура, продукты переработки которой используются в хлебопечении и в кондитерской промышленности. Культура появилась задолго до формирования современного общества и сейчас возделывается во всех странах.

Обугленные зерна пшеницы находили в памятниках Андроновской эпохи (1700-1200 лет до н.э.). В Сибири она широко распространилась в IX веке н.э. у енисейских кыргызов. Наличие мягкой яровой пшеницы в древнем земледелии является результатом взаимодействия сибирских племен с Китаем и Средней Азией, где она известна с глубокой древности. Русский посол Байков встретил посевы пшеницы в верховьях Иртыша, когда направлялся в середине XVII века в Китай [Гешеле, 1957].

Пшеница яровая относится к травянистым растениям из семейства мятликовых (*Poaceae*). В природе она насчитывает 20 видов. Известными видами культурной «яровой» являются формы твердой и мягкой голозерной пшеницы. Многие страны имеют свой собственный вид «яровых»: Индия занимается возделыванием шарозерной пшеницы, Пакистан выращивает двузерную, карликовую сеют в Эфиопии, Сирия сеет персидскую. По форме и окрасу колосьев пшеницы яровой определяют ее принадлежность к тому или иному виду. Мягкая включает: лютесценс, грекум, альбидум, эритроспермум, мильтурум; твердая: леукурум, гордейформе и либикум [сельхозпортал.рф].

Пшеница яровая относится к роду *Triticum L.* Преимущественно в Западной Сибири выращивают мягкую пшеницу *T. aestivum* и твердую *T. durum*. В процессе роста пшеница яровая проходит 12 основных фаз развития, требующих различных условий для их оптимального протекания: набухание и наклевывание семян, прорастание, всходы, образование третьего листа, кущение, выход в трубку, стеблевание, колошение, цветение, молочная, восковая и полная спелость [Рекомендации..., 2015, 2017].

Период от всходов до кущения длится 15-22 суток, в это время зародышевые (первичные) корни углубляются до 30 см. Узловые (вторичные) корни появляются в фазе 3-4 листьев только при наличии влаги в почве в зоне узла кущения (3-4 этапы органогенеза). В зависимости от условий, продолжительность периода от кущения до выхода в трубку составляет 11-25 суток, от выхода в трубку до колошения – 15-20 суток [Зыкин и др., 2000; Пшеница, 1977].

Исайчев В.А. и др. (2021) отмечают, что первоначальные этапы водопоступления имеют чисто физический характер, благодаря которому обеспечивается набухание зародыша пшеницы до 58-59% от исходной массы. Особенность структурного строения цитоплазматических мембран клеток семени в первые часы набухания позволяет говорить о том, что вода выполняет структурную роль. Имеются данные, что малая гидратация клеточных мембран сухих семян в начале водопоступления определяет выход минеральных и органических веществ из клетки. В некоторых работах показан выход из набухающих семян аминокислот, пектиновых и минеральных веществ, что указывает на нарушение проницаемости мембран у сухих семян

В фазу кущения, благодаря нарастанию листовой поверхности, вырабатывается значительное количество органических веществ, для образования зерновки. При благоприятных условиях боковые стебли дают 30...50% урожая зерна. Средняя продуктивная кустистость мягкой пшеницы колеблется в пределах 1,23-1,99 [Пшеница, 1977].

Недостаток света, затенение, высокие температуры (24-25⁰С), обилие влаги и азотного питания вызывают вытягивание междоузлия, что часто приводит к полеганию хлебов. Недостаточный рост стебля в длину обычно отмечается при дефиците влаги в почве и при пониженных температурах (12-16⁰С). В этом случае пшеница бывает невысокой, устойчивой к полеганию. Высокому стеблю соответствует длинный колос, если при кущении, выходе в трубку и колошении были благоприятные условия обеспечения растений влагой и теплом. При недостатке влаги в кущении и при обилии ее до и после колошения яровая пшеница вырастает высокорослой, но с небольшим колосом. Когда в кущении складываются благоприятные условия, а до колошения ощущается дефицит влаги, яровая пшеница вырастает низкорослой, но с недостаточно сформированным колосом [Пшеница, 1957; Зыкин и др., 2000].

Выживаемость растений – это результат адаптации к комплексу абиотических и биотических факторов среды. Значение биотического влияния на растительный организм оказывается особенно высоким на ранних этапах роста и развития [Исайчев, 2021].

По мнению Савицкой В.А. (1987), у пшеницы колос формируется в фазе кущения, до начала роста стебля. От условий влагообеспеченности в этот период зависит число цветков колоса. Именно в это время происходит наиболее интенсивное потребление растениями влаги. Период от кущения до выхода в трубку длится 12-15 суток.

Выход в трубку у среднеспелых сортов отмечается обычно в конце второй - начале третьей декады июня, у позднеспелых - в конце июня – в начале июля [Зыкин и др., 2000].

Колошение пшеницы яровой наступает через 50-60 суток после посева и продолжается 10-12 суток – энергично растет стебель, формируются репродуктивные органы. В период выхода в трубку и колошения происходит самый интенсивный рост вегетативной массы растения, а также расходуется большое (до 50-60%) количество влаги. После оплодотворения начинается период образования и формирования зерна, который продолжается 10-12 суток. В засушливых условиях он протекает 7-10 суток, а при низких температурах 13-15 суток [Пшеница 1957].

Рост и развитие растений, как процесс, отражает взаимосвязь синтеза и распада веществ в организме в совокупности с факторами внешней среды. Ключевые процессы в растении, фотосинтез и морфогенез, базируются на фотосинтетической деятельности листового аппарата. Количеством характерной особенностью органо- и морфогенеза является увеличение размеров фотосинтетической поверхности листьев и накопление растением сухой биомассы. Характер процессов роста и развития, интенсивность роста отдельных органов, длительность их активности определяют в дальнейшем продуктивность растений. Согласно исследованиям, площадь листовой поверхности способна увеличиваться при физических и химических воздействиях на семенной материал, а также при создании благоприятных условий вегетации растений. Наиболее доступными и распространенными критериями оценки фотосинтетической активности посевов в период вегетации является определение размера и скорости нарастания листовой поверхности. Максимальные показатели площади листьев зависят от увлажнения и могут сдвигаться по отношению к фазам развития [Исаичев, 2021].

Молочную спелость называют периодом налива, в это время растворимые углеводы и азотистые вещества, находящиеся в листьях и стеблях, переходят в зерно. Приостановка роста растений вследствие неблагоприятных условий в фазе формирования зерна ухудшает его качество и снижает продуктивность. Прекращение налива зерна в фазе молочной спелости приводит к снижению урожайности в отдельные годы до 20-40%. Зерно

заполняет всю внутреннюю часть между цветковыми чешуйками. В период молочной спелости преобладает усиленное поступление в зерно минеральных и органических веществ, определяющее прирост сухого вещества. Масса зерна увеличивается почти в два раза по сравнению с массой во время фазы его формирования [Пшеница 1957; Зыкин и др., 2000].

Восковая спелость наступает через 10-15 дней после завершения молочной. Зерно в этой фазе теряет зеленую окраску, становится желтым по всей длине, исключая бороздки. Содержимое его по консистенции напоминает воск. В этот период в зерне содержится около 25% влаги. Стебель желтеет, остается зеленой только верхушка, большая часть листьев отмирает. Приток зольных элементов в зерно, как отмечено выше, приостанавливается еще в фазе молочной спелости, но азотистые вещества поступают в значительном количестве. Полная спелость характеризуется влажностью зерна 14-15%, зерно приобретает твердость, стебель становится сухим, теряет листья, зерна осыпаются [Пшеница 1977; Зыкин и др., 2000].

4.2 Влияние антропогенных факторов на рост и развитие растений в период вегетации

Удобрение – это дополнительный источник биогенных элементов для питания растений при производстве растениеводческой продукции. Многие исследователи отметили тесную взаимосвязь между урожайностью и минеральным питанием сельскохозяйственных растений. На черноземных почвах Сибири в опытах с пшеницей яровой азотное удобрение было эффективно в сочетании как с фосфором, так и с калием, от $N_{60}P_{60}K_{60}$ максимальная прибавка урожая получена 0,40-0,52 т/га [Просьянников, 2015].

Новиков В.М. (1982), Кочегарова Н.Ф. (1988), Милащенко Н.З. (1988), Гамзикова О.И. (2008), Горелов А.В. и др. (2011) и Санин С.С. (2020) утверждают, что сорта культурных растений реализуют свои биологические возможности только при оптимальном питании. Важным этапом процесса создания сорта является испытание и получение объективной оценки биологических и адаптационных особенностей, выбор технологии его возделывания. Несмотря на высокие уровни потенциальной урожайности новых сортов и гибридов, перед селекционерами постоянно стоят две задачи: обеспечить генетически обусловленную устойчивость сортов и гибридов к постоянно изменяющимся видам и расам патогенов, вредителям, а также неблагоприятным факторам среды и получение продукции необходимого качества. Сорта интенсивного типа могут реализовать свою потенциальную урожайность только на агрофоне, удовлетворяющем их потребность в питательных веществах, и в первую очередь, в азоте.

Исследования по реакции сортов зерновых культур на удобрения в Западной Сибири впервые были проведены Удольской Н.Л. (1932). Более поздними исследованиями в нашей стране и за рубежом были установлены особенности неодинаковой отзывчивости различных сортов сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения. Исследованиями Гамзиковой О.И. (1994) выявлено, что реакция сортов пшеницы мягкой на условия минерального питания координируется сложной системой генов, развернутой во времени и находящейся в сильной зависимости от абиотических факторов среды [Земледелие..., 2003].

В научной литературе представлены исследования, свидетельствующие о необходимости дифференцированного подхода к выбору уровня минерального питания в зависимости от сорта культуры. Установленные закономерности по этому вопросу приведены в ряде работ: Удольская Н.Л. (1932), Панников В.Д. (1980), Кочегарова Н.Ф. (1985, 1988, 1992), Храмцов И.Ф. и др. (1990, 1992), Гамзикова О.И. (1994, 2008), Воронкова Н.А. (1998), Власенко А.Н. (2011) и другие.

Кочегарова Н.Ф. и др. (2004) утверждают, что в условиях лесостепи Западной Сибири способность значительного повышения использования растениями элементов питания из удобрений и соответственно окупаемости их урожаем принадлежит сорту, специфика корневого питания которого генетически контролируется. Существуют сорта, способные не только поглощать из почвы и удобрений значительно больше азота, фосфора и калия, но и интенсивней синтезировать на единицу поглощенного элемента органическое вещество. Различные сорта в силу генетически жестко зависимых особенностей функционирования ферментативных систем, поглощающих и фотосинтезирующих органов, неодинаково относятся к видам, формам и дозам удобрений, к реакции среды почвенного раствора и другим факторам, прямо или косвенно влияющим на процессы поглощения и ассимиляция отдельных питательных элементов. В связи с этим знание особенностей питания растений определенного сорта является важным средством повышения эффективности применяемых под культуру минеральных удобрений. Наоборот, незнание особенностей новых сортов приводит к тому, что значительная часть внесенных в почву удобрений остается для растений бесполезной, а затраты на их применение не окупаются в должной мере соответствующим повышением урожая.

Климашевский Э.Л. (1972) установил, что различия в отзывчивости разных сортов одной и той же культуры на удобрения проявляются контрастно. Они могут быть даже более глубокими, чем видовые различия. В этой связи одним из наиболее перспективных направлений в исследованиях является изучение особенностей минерального питания и механизмов

различной сортовой реакции растений на удобрения или устойчивости их к неблагоприятно действующим факторам в зоне корневой системы, прямо или косвенно влияющим на поглощение и превращение элементов питания.

В почвенной и агрохимической литературе сложилось мнение о наличии ряда существенных особенностей почв Сибири по сравнению с почвами европейской части страны по содержанию и составу органического вещества, формам основных элементов питания. Эти особенности, несомненно, связаны в первую очередь с климатическими особенностями региона как ведущим фактором почвообразования. Низкие температуры и непродолжительность вегетационного периода сдерживает активность микроорганизмов в почве и обуславливает относительно слабое накопление усвояемых питательных веществ [Синягин, Кузнецов, 1979].

По данным Географической сети опытов с удобрениями, за счёт оптимизации питания растений можно сократить расход воды на формирование единицы урожая до 23% и, соответственно, увеличить урожайность зерновых культур. В засушливых районах наибольшую роль играют фосфорные удобрения, что связано со следующими причинами. Во-первых, данные почвы имеют низкое содержание подвижного фосфора. По результатам агрохимических обследований, в Омской области только 22,4% пашни содержат подвижного фосфора достаточно для формирования урожая 1,6-1,7 т/га, 77,6% пашни имеют низкую и среднюю обеспеченность фосфором, где можно рассчитывать на среднюю урожайность зерновых 1,3-1,4 т/га. Во-вторых, в засушливых условиях снижается подвижность фосфора в почве и в этой связи возрастает роль насыщенности почвы подвижными фосфатами. В-третьих, оптимальное обеспечение растений фосфором повышает устойчивость растений к засухе [Милащенко, 1988].

В исследованиях Кочегаровой Н.Ф. (1988) с яровой пшеницей при возделывании ее по паровому предшественнику, изучались разные по скороспелости шесть сортов мягкой и три сорта твердой пшеницы. Полученные в опытах результаты свидетельствуют о значительных различиях как по уровню урожайности зерна, так и по отзывчивости на удобрения между группами сортов разных видов и скороспелости, а также между сортами внутри этих групп. При анализе данных водопотребления, химического состава растений и выноса элементов питания яровой пшеницей установлена видовая и сортовая специфичность. Так, сорта твердой пшеницы расходовали на создание единицы урожая больше влаги, азота, фосфора и значительно меньше калия, чем сорта мягкой пшеницы.

Орлова Л.Н. (1971) отмечала, что из минеральных удобрений во всех почвенно-климатических зонах исследования под яровую пшеницу наиболее эффективны фосфорные. В связи с недостатком фосфора в почвах его

следует вносить при основном внесении оптимальными дозами (40-60 кг/га д.в.) с отдачей от удобрений в течение 4-5 лет. В условиях достаточной влагообеспеченности эффективность фосфорных удобрений при основном внесении проявляется выше по более бедным предшественникам. В условиях засушливой степи, прежде всего, необходимо вносить суперфосфат по паровым предшественникам, что связано с более благоприятными условиями влагообеспеченности.

Установлено, что во всех почвенно-климатических зонах Западной Сибири по накоплению нитратного азота первое место как предшественник других культур занимает чистый пар, затем идет пласт многолетних трав летней распашки [Неклюдов, Волощук, 1981; Система..., 2020]. Зерфус В.М. и Кочегарова Н.Ф. (1981) отмечают, что сорта зерновых культур по-разному реагируют на возрастающий уровень минерального питания. Урожайность новых высокопродуктивных сортов, внедряемых в зоне, в благоприятные годы до 0,7-0,9 т/га превышает урожайность старых районированных сортов зерновых культур. Особенно высока потребность в азоте у растений, поскольку вынос этого элемента из почвы в 2,5-3 раза превышает вынос фосфора.

Отмечена различная реакция сортов на способы основной обработки почвы. Выявлено, что сорт Новосибирская 67 при посеве с 23 мая по вспашке и плоскорезной обработке почвы формировал либо равную урожайность, либо несколько выше, чем по плоскорезной. Посевы по плоскорезному варианту во все годы снижали урожайность зерна в сравнении со вспашкой до 0,44 т/га. Это объясняется тем, что более ранние сроки посева по плоскорезной обработке повышают засоренность агрофитоценоза сильнее, чем по вспашке. Выявлена неодинаковая реакция сортов на внесение минеральных удобрений. Установлено, что на внесение фосфорных удобрений Новосибирская 29 и Омская 9 более отзывчивы, чем Саратовская 29, а на внесение азотных среднеспелые сорта практически не реагировали. Посевы яровой пшеницы сорта Омская 9 обеспечили достоверную прибавку зерна на варианте с содержанием нитратного азота в слое 0-40 см до 5 мг/кг почвы [Холмов, Зерфус, 1981].

Исследования Гамзикова Г.П. (2013) показали, что в лесостепи Омской области на черноземах от азотных удобрений можно получить довольно высокую прибавку урожая зерна пшеницы по зяби (0,13 т/га), а на фоне фосфорных или фосфорно-калийных удобрений – 0,15 т/га, по парам положительное действие внесенного азота не проявилось. В более засушливой зоне результаты исследований показали отрицательное влияние аммиачной селитры на урожайность пшеницы по пару как при совместном внесении с фосфорными удобрениями, так и без них. Недостаток фосфора

и влаги в черноземных почвах засушливой степной зоны является фактором, сдерживающим потребление азота растениями и, следовательно, проявления положительного действия азотных удобрений. В опытах по зяби отдача от азотных удобрений на фоне фосфорных была в 3 раза выше, чем без них (прибавка 0,17 т/га). С увеличением суммы активных температур и уменьшением влагообеспеченности по зонам области соответственно снижается коэффициент теплообеспеченности и увлажнения, с которым также связана отзывчивость растений на азотные удобрения. Несомненно, эффективность азотных удобрений во многом определяется температурным режимом и увлажнением почвенно-климатической зоны складывающихся погодных условий конкретного года [Проблемы..., 2013].

Хамовой О.Ф. и др. (1998) установлено, что применение минеральных удобрений в умеренных дозах активизирует жизнедеятельность различных групп почвенных микроорганизмов, однако это не приводит к существенным изменениям микробной биоты чернозёма. Систематическое внесение азотно-фосфорных удобрений в течение 15 лет из расчёта 78 кг на 1 га пашни не вызвало значительных сдвигов в численности почвенных микроорганизмов по сравнению с контролем. Общее количество микроорганизмов возросло в зависимости от технологии обработки на 13-24%. Применение удобрений положительно повлияло на нитрификационную способность почвы, которая повысилась при отвальной обработке в сравнении с контролем на 9%, при минимально-нулевой и комбинированно-плоскорезной на 27 и 30% соответственно. Наибольшим данный показатель был в начале вегетации пшеницы, превышая контроль почти на 50%. Обогащение почвы элементами минерального питания, а также поступление значительного количества растительных остатков культурных и сорных растений на удобренных вариантах способствуют росту численности почвенных микроорганизмов и их активности.

Согласно исследованиям коллектива авторов СибНИИСХ (2003), анализ материалов статистической обработки урожайных данных показал, что на долю удобрений в повышении продуктивности пшеницы приходится 22,4-71,4, а на долю сорта – от 25,0 до 66,6%. У среднеспелых сортов мягкой, а также твердой пшеницы за счет удобрений формировалось 67,4-71,4% дополнительной прибавки урожая, за счет сорта – соответственно 25 и 32%. У среднепоздних сортов мягкой пшеницы соотношение удобрений и сортов в повышении урожайности изменилось в пользу сорта. За счет более эффективных сортов формируется до 66,6% прибавки урожая зерна [Земледелие..., 2003].

С созданием новых высокопродуктивных сортов зерновых культур качеству семян придается ещё большее значение, так как реализовать биологические возможности сорта можно лишь высевая высококачественные

семена. Лабораторные и полевые исследования в Северном Зауралье (2008-2011 гг.) выявили, что величина энергии прорастания у сортов яровой пшеницы высокая – в основном более 80%. Учитывая это, можно заключить, что в годы исследований получены достаточно полноценные семена у раннеспелых и среднеспелых сортов. Варьирование энергии прорастания по годам было незначительным. Анализ влияния факторов на изменчивость энергии прорастания семян показал, что доля влияния сорта составила 15%, срока – 12%, года – 15%. Высока доля взаимодействия факторов «сорт» и «срок» (31%) [Кузнецова, 2012].

В условиях Алтайского края влияние удобрений на биологическую урожайность яровой мягкой пшеницы по сортам неоднозначно; доли влияния случайных факторов и совместного влияния факторов удобрения и сорта практически совпадают - 33,7 и 34,6% соответственно, доля влияния фактора сорта составляет 27,4%, тогда как фактор удобрения влияет на биологическую урожайность лишь на 4,2%. Из всех исследованных вариантов 78-98% дают биологическую урожайность в пределах от 0,6 до 2,4 т/га независимо от дозы внесения удобрений. Следовательно, сорт является одним из самых действенных и доступных средств повышения урожайности [Беляев, Соколова, 2012].

В настоящее время урожайность современных сортов в производстве можно увеличить в 1,5-2,1 раза, поскольку их генетический потенциал реализуется далеко не полностью. Селекционеры проделали колоссальную работу, создав сорта с высоким генетическим потенциалом урожайности. Например, потенциал сортов зерновых культур в зависимости от экотипа составляет до 6-12 т/га, картофеля – 100 т/га и более. Для его реализации недостаточно использовать агротехнику для вида в целом, а необходимо разрабатывать агротехнические приемы для каждого сорта в отдельности. Еще в 1935 г. Вавилов Н.И. писал: «...в ближайшее время мы встанем перед задачей разработки сортовой агротехники (густоты, времени посева и т. д.), специфической для отдельных сортов, которая может весьма отличаться, в особенности для крайних вариантов». Справедливость в его слове была подтверждена многочисленными опытами, в которых сорта давали различную прибавку урожайности при одних и тех же агротехнических приемах. Во многих регионах страны ведутся работы по разработке сортовой агротехники различных культур [Горелов и др., 2011].

Василевский В.Д. и др. (2018) отмечает, что в условиях южной лесостепи Западной Сибири при размещении пшеницы мягкой яровой по чистому пару наиболее высокой урожайностью зерна в среднеранней группе выделялись сорта Катюша и Омская 36 (2,76-2,88 т/га), среднеспелой – Мелодия (3,24 т/га) и среднепоздней – Уралосибирская (3,29 т/га).

Таким образом, основным условием повышения производительной способности почвы является применение минеральных удобрений и оптимальный набор сортов, эффективность которых определяется уровнем плодородия почв, агротехникой и гидротермическими, почвенно-климатическими условиями.

4.3 Применение средств интенсификации в посевах пшеницы яровой

Интенсификация растениеводства привела к изменению структур и состояния агробиоценозов. Получили развитие новые патогенные комплексы (виды, расы, биотипы), возросла вредоносность организмов, которые ранее не имели хозяйственного значения, появились патотипы, резистентные к пестицидам, усилилось негативное воздействие факторов абиотического характера (высоких доз удобрений, передозировок химических средств защиты, неадаптированных систем обработки почвы и др.) [Санин, 2020].

Санин С.С. (2011, 2020) отмечает, что сортовая устойчивость культурного растения к комплексу патогенов является основой стабильного и эффективного растениеводства. Высокие дозы минеральных удобрений, в первую очередь азотных, приводят к усилению развития таких заболеваний, как ржавчина и мучнистая роса. В равной степени это относится к вредителям и сорным растениям.

Согласно исследованиям Левитина М.М. (2023), ежегодные потери сельскохозяйственной продукции в мире от болезней достигают 14,2%, в том числе на пшенице 8,5%.

Селекция обеспечивает генетически обусловленную защиту растений. В тоже время реализация потенциальной продуктивности современных сортов невозможна без сопровождения средствами защиты растений, как общего, так и специфичного действия. Развитие защиты растений селекционным путем сопровождалось изменением сортотипов растений, что, в свою очередь, часто приводит к изменению спектра используемых препаратов. Для дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур, роста реализации генетического потенциала, снижение пестицидной нагрузки, оптимизации затрат на защитные мероприятия необходимо разрабатывать комплексную систему устойчивости сельскохозяйственных культур к вредным объектам и неблагоприятным факторам среды, основанную на взаимосвязи устойчивых сортов и химических средств защиты растений [Горелов и др., 2011].

Система защитных мероприятий должна быть основана на знании закономерностей развития вредящих объектов. Фитосанитарные наблюдения в Сибири в течение 2001-2008 гг. показали, что при неизменном патогенном комплексе возросла частота (50% лет) вспышек бурой листовой ржавчины с высокой (40-64,5%) степенью её развития в стадии молочной спелости зерна, септориоз проявлялся практически ежегодно (75% лет) со степенью развития 18,3-43,4%. Из этого следует, выращивая относительно устойчивый сорт без его защиты от листовых болезней, товаропроизводитель может терять до 0,4 т/га (по сравнению с восприимчивым сортом, защищенным фунгицидом). Учитывая, что степень устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе сортов яровой мягкой пшеницы, районированных в северной лесостепи Новосибирской области, варьирует (коэффициент вариации 83,5 и 70,5% соответственно) в большей степени, чем к септориозу (47,9%), то при лучшей обеспеченности летнего периода влагой закономерно ожидать появления вспышек развития и нарастания вредоносности последнего [Теплякова, Тепляков, 2011].

Агроклиматические условия Западной Сибири характеризуются достаточным увлажнением и умеренной температурой воздуха. Яровой пшеницей занято 95% посевных площадей, которая возделывается на площади 6,2 млн га, валовой сбор составляет 31,9% от общего сбора яровой пшеницы в России. В Западной Сибири основу патогенного комплекса составляют бурая ржавчина, септориоз листьев и колоса, мучнистая роса, стеблевая ржавчина, корневые гнили (*Helminthosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.*) [Фитосанитарная..., 2010].

В Уральском и южной части Западно-Сибирского регионов Российской Федерации, где расположены основные посевы яровой мягкой пшеницы, недобор урожая достигает 25-30, а в годы эпифитотий – 40-60%. Исследования ряда авторов показали, что наиболее вредоносными является бурая листовая ржавчина (*Puccinia triticina* Eriks.), мучнистая роса (*Erysiphe graminis* DC.) и септориоз (*Septoria spp.*), а в последние годы и стеблевая (линейная) ржавчина (*Puccinia graminis* Rers.). Наряду со снижением урожайности ухудшается и качество продукции, например, уменьшается содержание в зерне белка и клейковины, моносахаров и дисахаров, снижается стекловидность [Доронин и др., 2019; Кекало и др., 2022].

Важная роль в интенсификации растениеводства принадлежит защите растений. По данным ФАО, СИММИТ, крупных ученых и практиков сельского хозяйства, в результате негативного воздействия вредных организмов (болезней, вредителей, сорных растений) ежегодно в России теряется до 1/3 урожая, что исчисляется сотнями миллиардов долларов [Санин, 2011].

Санин С.С. (2011) уточняет, что за последние 20 лет на озимой и яровой пшенице только на Европейской территории России имели место 7 эпифитотий отдельных болезней или их комплексов. Потери урожая зерна в эти годы составили в среднем 23,3%. В этот же период в течение 6 лет отмечалось умеренное развитие болезней с недобором урожая 14,5% и 7 лет – депрессивное развитие (недобор урожая 5,7%). В стране недополучено за эти годы только от болезней более 15% валового сбора зерна, или 85,7 млн т (от 3,2 до 29,1 млн т ежегодно) [Санин, 2011].

Анализ данных Левитина М.М. (2023) показал, что ржавчинные заболевания находились некоторое время в состоянии депрессии. Однако в последние годы в ряде районов Ставрополя возросла распространенность стеблевой ржавчины пшеницы, в Западной Сибири – бурой.

Конец XX и начало XXI столетий сопровождаются, как сегодня мы наблюдаем, глобальными и локальными изменениями климата, о причинах которых ученые пока еще не имеют единого мнения. Данные изменения проявляются в повышении температуры приземного слоя воздуха и океана, нарастании аридности агротерриторий, учащении экстремальных погодных явлений (засуха, переувлажнение, теплые или, напротив, суровые зимы, ураганы, штормы и т.д.). В России изменение климата проходит более интенсивно, чем в других регионах мира. Наиболее отчетливо оно проявляется в умеренных широтах европейской части, в Восточной и Западной Сибири, Забайкалье. Климатические изменения влияют на развитие не только растений, но и вредящих им организмов – патогенов, вредителей, сорняков. Потепление климата в России наиболее отчетливо проявляется в повышении температуры воздуха в осенне-зимний (октябрь–декабрь) и зимне-весенний (январь–май) периоды. Происходящие изменения климата повышают опасность «заселения» наших фитоценозов биообъектами, которые ранее не могли здесь развиваться. Анализ фитоэпидемических рисков, проведенный Всероссийским институтом карантина растений, показал, что более 170 видов возбудителей, вредителей и сорняков, пока еще отсутствующих на территории России, могут представлять опасность вследствие потепления климата. Стрессы растений, вызываемые высокими температурами, недостатком или, напротив, избытком влаги, меняют иммунный статус растений [Санин, 2020].

На пшенице яровой сосредоточено основное внимание селекционеров Западной Сибири. Ее исключительно высокий полиморфизм позволяет создавать сорта, отвечающие требованиям аграриев. Дальнейшее наращивание объемов производства высококачественного зерна без освоения интенсивных ресурсосберегающих технологий при ограниченных почвенно-

климатических ресурсах региона, проблематично. Повышение и максимальное использование адаптивного потенциала сортов пшеницы мягкой яровой – наиболее важная задача современного растениеводства. Знание сортовой специфики позволит дать научно обоснованные рекомендации по применению удобрений и средств защиты растений дифференцированно с учетом отзывчивости сорта. Продуктивность – одно из основных показателей проявления генотипа при взаимодействии его с внешней средой. При выборе сорта яровой пшеницы необходимо обратить особое внимание на его особенности и знать, в каких условиях его генотип способен обеспечить надежную защиту, а в каких необходимо применять средства защиты растений.

4.4 Характеристика сортов пшеницы мягкой яровой

Из первой (среднеранней) группы спелости изучали сорта Памяти Азиева (стандарт), Омская 36, Катюша, Боевчанка; из второй (среднеспелой) – Омская 33 (стандарт), Омская 38, Дуэт, Светланка и из третьей (среднепоздней) – Омская 28 (стандарт), Омская 35, Омская 37, Лавруша.

Среднеранняя группа спелости:

Сорт Памяти Азиева районирован с 2000 года по Средневолжскому и Западно-Сибирскому регионам РФ, а также в Республике Казахстан (2004 г.). Разновидность лютесценс. Зерно яйцевидное со средним хохолком. Масса 1000 зерен 35-36 г. Вегетационный период – 86-92 суток. Устойчивость к засухе высокая. Среднеустойчив к пыльной головне; к твердой головне и бурой ржавчине восприимчив. Устойчивость к полеганию на уровне стандарта (4,6-4,9 балла). Сочетание скороспелости, высокой урожайности и отличных технологических качеств зерна. Хлебопекарные качества высокие. Включен в список сортов сильной пшеницы. Сорт обладает высокой потенциальной урожайностью по фонам и срокам посева, которая обеспечивается сочетанием засухоустойчивости, устойчивости к мучнистой росе, большего количества зерен в колосе и продуктивности колоса [Сорта..., 2009 и 2020].

Сорт Омская 36 включен в Госреестр и допущен к использованию с 2007 г. в Волго-Вятском, Средневолжском, Уральском, Западной-Сибирском регионах Российской Федерации и в Республике Казахстан. Разновидность лютесценс. Вегетационный период 86-94 суток. Пластичен, способен давать высокие урожаи при выращивании на различных агрофонах, отличается высокой отзывчивостью на применение средств химизации. Устойчивость к засухе высокая. Сорт на инфекционном фоне практически устойчив к пыльной головне, слабоустойчив к мучнистой росе. Масса 1000 зерен от 39 до 46 г. По технологической и хлебопекарной оценке относится

к ценной пшенице. Содержание белка в зерне 14,2-16,1%. Содержание сырой клейковины в муке 24,1-32,3%. Общая хлебопекарная оценка 4,4 балла [Сорта..., 2009, 2020].

Сорт Катюша включен в Государственный реестр селекционных достижений России и допущен к использованию по Западно-Сибирскому региону с 2008 года. Разновидность лютеценс. Зерно красное, овальное, с бороздкой средних размеров. Vegetационный период составляет 73-90 суток. Формирует качество сорта на уровне сильной пшеницы, превышает стандарт по стекловидности, силе муки, валориметрической оценке и объемному выходу хлеба. Основные достоинства сорта Катюша – раннеспелость, высокая продуктивность, качество зерна, выравненность стеблестоя и высокие экономические показатели при возделывании в лесостепи и степи Западной Сибири [Сорта..., 2009 и 2020].

Сорт Боевчанка включен в Госреестр Российской Федерации в 2009 году и допущен к использованию в Уральском и Западно-Сибирском регионах Российской Федерации. Разновидность лютеценс. Созревает за 79-88 суток. Скороспелость, устойчивость к листовым болезням, к полеганию (5,0 баллов против 4,3 у стандарта) и высокие технологические свойства (натура зерна 768 г/л, стекловидность 57%, содержание сырой клейковины 32,7%, белка 16,08%, общая хлебопекарная оценка 4,5 балла) – слагающие его успешного конкурентирования на рынке сортов аналогичной группы спелости. Максимальная урожайность 4,88 т/га получена в конкурсном сортоиспытании. Масса 1000 зерен 36-39 г [Сорта..., 2009 и 2020].

Среднеспелая группа спелости:

Сорт Омская 33 включен в Госреестр по Средневолжскому, Западно-и Восточно-Сибирскому регионам Российской Федерации с 2002 года. Разновидность лютеценс. Vegetационный период 93-97 суток, высокопластичен. Зерно овальное, красное. Устойчивость к полеганию высокая (4,1 балла). Сорт обладает высокой потенциальной урожайностью по фону и срокам посева, которая обеспечивается сочетанием засухоустойчивости, устойчивости к мучнистой росе и выполненным крупным, тяжеловесным зерном (39-44 г.) [Сорта..., 2009 и 2020].

Сорт Омская 38 включен в Госреестр Российской Федерации в 2010 году по Западно-Сибирскому региону и в Республике Казахстан с 2013 г. Разновидность лютеценс. Зерно полуудлиненное, красное. Масса 1000 зерен – 38-45 г. Сорт созревает за 96-98 суток. По устойчивости к засухе находится на уровне стандартов. На инфекционном фоне – более устойчив к пыльной головне (12,8% против 20,7% у Омской 29), сравнительно слабее стандарта поражается мучнистой росой (на 2-3 балла). Устойчивость к

полеганию высокая, на уровне стандарта. Благодаря высокой продуктивности в сочетании с высокой устойчивостью к болезням и высокой сохранностью стеблестоя к уборке данный сорт конкурирует с сортами аналогичной группы спелости [Сорта..., 2014 и 2020].

Сорт Дуэт включен в Госреестр Российской Федерации с 2004 года по Западно-Сибирскому и Уральскому регионам. Разновидность эритро-спермум. По вегетационному периоду относится к среднеспелому типу. Период от всходов до восковой спелости составляет 86-89 суток. Дуэт имеет высокую засухоустойчивость; к полеганию, к осыпаемости и к прорастанию зерна в колосе устойчив. Сорт иммунный к бурой ржавчине. Слабо восприимчив к пыльной головне. По качеству зерна отвечает требованиям, предъявляемым к ценной и сильной пшенице. Включен в список ценных сортов. Масса 1000 зерен 36-41г. Содержание сырой клейковины в зерне от 26,0 до 32,6%. Хлебопекарные качества хорошие [Шаманин, 2009].

Сорт Светлана включен в Госреестр селекционных достижений Российской Федерации в 2004 году для Западно-Сибирского региона и в республике Казахстан в 2006 году. Разновидность лютесценс. Колос белый, неопушенный, безостый, зерно красное, яйцевидное. Вегетационный период составляет 74-78 суток. Отличается достаточной устойчивостью к полеганию и осыпанию, большей по сравнению со стандартом устойчивостью к пыльной и твердой головне. Благодаря высокой засухоустойчивости сорт обеспечивает значительные прибавки урожая зерна в засушливые годы, при посеве по непаровым предшественникам в степной зоне Западной Сибири и Северном Казахстане. По большинству параметров сорт отвечает требованиям сильной пшеницы. По натуре зерна и массе 1000 зерен превосходит стандарт, по остальным признакам находится на уровне стандарта. Содержание белка составляет в среднем 17,2%, а клейковины – 31,3%. Коммерческая ценность сорта Светлана заключается в достоверных преимуществах в сравнении со стандартом по засухоустойчивости и продуктивности [Сорта..., 2009 и 2020].

Среднепоздняя группа спелости:

Сорт Омская 28. Включен в Госреестр Российской Федерации в 1997 году по Западно-Сибирскому региону и в Республике Казахстан с 2004 года. Разновидность лютесценс. Зерно полуудлиненной формы. Масса 1000 зерен – 32-33 г. Вегетационный период 101-102 суток. На инфекционном фоне заражения новый сорт устойчив к мучнистой росе (1,75 балла), слабовосприимчив к пыльной головне (до 5%). Устойчивость к полеганию высокая (4,4 балла против 3,7 у Омской 9). Сорт отличается высокой конкурентоспособностью в борьбе с сорной растительностью. Преимущество

сорта заметно по показателям стекловидности, силы муки, объемному выходу хлеба и общей хлебопекарной оценки. Имеющиеся возможности нового сорта по формированию высококачественного зерна позволяют стабилизировать производство сильного и ценного зерна. Включен в список сортов сильной пшеницы [Сорта..., 2009 и 2020].

Сорт Омская 35 включен в Госреестр Российской Федерации по Уральскому (2004 г.) и Западно-Сибирскому (2005 г.) регионам и в Республике Казахстан (2008 г.). Разновидность лютеценс. Масса 1000 зерен – 38-42 г. Сорт созревает на 1-2 суток раньше Омской 28. По устойчивости к засухе сорт находится на уровне стандартов. Уровень поражения бурой ржавчиной близок к Омской 28. Устойчивость к полеганию высокая (4,9 балла против 4,3 у стандарта). Сорт обладает высокой потенциальной урожайностью и формирует высококачественное зерно. Общая хлебопекарная оценка – 4,5 балла. Высокая и стабильная урожайность, толерантность к болезням и отличное качество зерна – главные составляющие коммерческой ценности этого сорта [Сорта..., 2009 и 2020].

Сорт Омская 37 включен в Госреестр Российской Федерации по Западно-Сибирскому региону с 2009 года и в Республике Казахстан (2016 г., Восточно-Казахстанская область). Разновидность лютеценс. Масса 1000 зерен 37-44 г. По устойчивости к засухе сорт находится на уровне стандартов. Устойчив к возбудителю бурой ржавчины как в фазе проростков, так и взрослого растения. Данная устойчивость контролируется комплексом эффективных генов. Устойчивость к полеганию высокая (4,5 балла против 4,3 у стандарта). Сорт обладает высокой потенциальной урожайностью (максимальная 5,83 т/га, полученная в конкурсном сортоиспытании при посеве по пару), устойчивостью к болезням и формирует высококачественное зерно (сырая клейковина 32,7%, белок 16,55%). Ценность сорта заключается высокой и стабильной урожайности, устойчивости к листовым заболеваниям и хорошее качество зерна [Сорта..., 2009 и 2020].

Сорт Лавруша. Согласно Государственному реестру селекционных достижений, допущенных к использованию (2011 г.) сорт Лавруша охраняется патентом № 4501, не имеющего допуска к использованию. Начало охраны 20.01.2009 г. [Госреестр, 2011, с. 238]. Разновидность лютеценс. Масса 1000 зерен – 32,3-43,5 г. Сорт высокоурожайный, имеет высокое содержание белка и клейковины, иммунный к бурой ржавчине, мучнистой росе; пыльной и твердой головней поражается на уровне стандарта. Имеет низкие хлебопекарные качества зерна. Благодаря высокой продуктивности, устойчивости к бурой ржавчине и высокому содержанию белка сорт Лавруша вполне конкурентоспособен в условиях степи и лесостепи Запад-

ной Сибири, где он проходил Государственное испытание. Высокая продуктивность, устойчивость к бурой ржавчине, высокое содержание белка и клейковины. Средняя урожайность сорта – 3,29 т/га, максимальная – 5,76 т/га, получена в 2004 году. Содержание белка – 16,08-17,56%, клейковины – 32,0-38,4% [Сорта..., 2009].

Таким образом, производство зерна пшеницы в значительной степени зависит от урожайности возделываемых сортов. Правильно подобранные элементы агротехнологий способствуют их адаптации к биотическим и абиотическим факторам среды, создавая благоприятные условия для реализации потенциала сортов не только в Омском Прииртышье, а также в различных регионах России и Республике Казахстан.

4.5 Инфицированность и качество семян пшеницы яровой перед посевом

При преимущественном выращивании зерновых культур в севооборотах проблемы защиты посевов от заболеваний возникают ежегодно. Возбудители болезней первыми занимают экологические ниши в онтогенезе [Полевые работы..., 2013].

В Сибири важное значение имеет снижение вредоносности гельминтоспориозной корневой гнили, возбудитель которой первым заражает растение, «открывая дорогу» возбудителям фузариозной корневой гнили, а также провоцируя развитие целого ряда гнилей неинфекционной природы [Торопова и др, 2012; Korchagina and others, 2021; Корчагина, Юшкевич, 2021].

Известно, что здоровые семена являются основой урожая. В Сибири, наряду с головнёвыми болезнями, существенный вред посевам пшеницы наносят возбудители обыкновенной корневой гнили, вызывающие заболевание всех подземных органов растения – первичных, вторичных корней, эпикотилия и основания стебля. Растения с больными подземными органами недостаточно снабжаются влагой и менее эффективно усваивают элементы питания. При отсутствии вторичных корней или их искусственном удалении снижается содержание азота в вегетативных органах и зерне, ухудшается его качество. При благоприятном развитии растений яровой пшеницы в лесостепи Сибирского региона можно получить около 1,5-1,8 т/га зерна [Власенко, Тепляков, 2011; Власенко, Слободчиков, 2011].

Подготовка семенного материала является одной из основных задач, которые приходится решать сельхозтоваропроизводителям для получения высоких и стабильных урожаев агрокультур. В связи со значительным поражением семян составом возбудителей сапрофитной и паразитной инфекций фитопатологическая экспертиза семян становится обязательным приемом, которая дает возможность контролировать состояние семенного

фонда и квалифицированно решать вопросы защиты. Своевременное исследование посевного материала на зараженность болезнями позволяет снизить риски финансовых потерь и получить ожидаемый урожай [Уалиева и др. 2022; Korchagina and others, 2021].

Грибы рода *Fusarium* повсеместно встречаются в посевах зерновых культур, вызывают различные заболевания (корневая гниль, листовые пятнистости, фузариоз колоса), что приводит к ежегодным потерям урожая 15-30% и более [Чулкина, 1985; Овсянкина, 2011; Полевые работы..., 2013].

Основа стратегии селекции зерновых колосовых культур к фузариозным возбудителям – создание не высокоустойчивых, а толерантных сортов, способных формировать урожайность зерна при поражении подземных органов. Для этого необходимо комплексное изучение взаимодействия всех компонентов системы растение – хозяин — паразит — среда, влияющих на эпифитотийное развитие болезни, а отсюда и на конечный результат — урожайность зерна культуры [Овсянкина, 2011].

Наблюдения Ашмариной Л.Ф. (2018) в лесостепи Приобья показали, что почва является фактором передачи целого ряда фитопатогенных грибов, распространенных в Западной Сибири, которые могут при определенных (благоприятных) условиях среды значительно поражать сельскохозяйственные растения.

Уалиева Р.М. и др. (2022) провели исследования по изучению фитосанитарного состояния семян 22-х сортов яровой пшеницы, в том числе омской селекции (Омская 18, Омская 35, Омская 36, Омская 37, Омская 38, Уралосибирская, Боевчанка) в условиях Северо-Востока Казахстана (на примере Павлодарской области). Регламентные значения всхожести (>90%) были выявлены у 58% проанализированных партий яровой пшеницы, у 33% партий более 5,1% проростков имели замедленное развитие, что свидетельствует о физиологической незрелости зародышей или их бессимптомном угнетении фитопатогенами. Выявлена высокая степень зараженности семян возбудителями корневых гнилей, которая превышала ЭПВ (15%) в 2 раза. Распространенность грибов рода *Bipolaris sorokiniana* была в 2,6 раз ниже, чем *Fusarium*, *Alternaria*, достигая 52%.

Анализ семян пшеницы яровой проведен в рулонах фильтровальной бумаги согласно ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями», идентификация патогенов – «Фитосанитарная диагностика агроэкосистем» под редакцией профессора Гороповой Е.Ю. (2017).

Опытные данные по инфицированности семян сортов яровой пшеницы перед посевом приведены в табл. 4 и приложение А.

Таблица 4 – Результаты фитоэкспертизы семян яровой пшеницы перед посевом (2010-2012 гг.), %

Сорт яровой пшеницы	Зараженность семян микроорганизмами				
	общая	в том числе			
		<i>Fusarium</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria</i>	плесневые грибы
1	2	3	4	5	6
Среднеранняя группа					
Памяти Азиева (st.)	67,3	5,0	3,3	51,0	8,0
Омская 36	58,3	2,3	3,0	45,0	8,0
Катюша	60,7	4,0	0,3	47,7	8,7
Боевчанка	64,6	1,0	1,0	55,3	7,3
<i>Среднее</i>	62,8	3,1	1,9	49,8	8,0
Среднеспелая группа					
Омская 33 (st.)	66,6	2,3	2,3	56,3	5,7
Омская 38	65,3	3,7	2,0	51,7	8,0
Дуэт	59,0	2,3	1,0	36,7	19,0
Светланка	53,7	1,7	2,0	43,7	6,3
<i>Среднее</i>	61,2	2,5	1,8	47,1	9,8
Среднепоздняя группа					
Омская 28 (st.)	54,4	3,3	0,7	42,7	7,7
Омская 35	62,3	3,0	1,3	50,3	7,7
Омская 37	76,0	4,0	0,7	57,3	14,0
Лавруша	77,9	1,3	1,3	56,0	19,3
<i>Среднее</i>	67,7	2,9	1,0	51,6	12,2
Среднее по фону	63,9	2,8	1,6	49,5	10,0
НСР ₀₅ А (показатели) = 3,1%;					
НСР ₀₅ В (сорт) = 2,1%;					
НСР ₀₅ А (годы исследований) = 2,6%					

Развитие инфицированности семян напрямую зависит от экологических условий, сортовых особенностей и технологии возделывания зерновых культур. В зависимости от варьирования их развития и вредоносности по годам изменяется видовой и количественный состав микофлоры [Прогноз, 2010; Семынина, 2012]. Наибольшим изменениям подвержены представители р. *Fusarium*. При прорастании инфицированных семян фузариевые гнили вызывают сильные деструктивные изменения, проявляющиеся в уродливости, деформации, искривлении ростков и корешков по сравнению с нормальными проростками [Чулкина и др., 2000; Семынина, 2012].

Мицелий *Bipolaris sorokiniana* проникает в перикарп, эндосперм, часто в зародыш и препятствует их развитию. Зёрна с пораженных колосьев становятся щуплыми, иногда с темными пятнами. Большинство семян с черным зародышем, вызванным *B. sorokiniana*, недоразвито, имеет низкую

энергию прорастания и всхожесть. При посеве семенами, инфицированными *B. sorokiniana*, получается изреженный стеблестой и развивается гниль корней [Семынина, 2012].

Проведение фитопатологической экспертизы семян перед посевом сортов яровой пшеницы в течение 2010-2012 гг. показало, что инфицированность семян паразитными микроорганизмами (*Fusarium* и *Bipolaris sorokiniana*) выше 5% отмечена на сортах Памяти Азиева, Омская 36, Омская 38. Наибольшее поражение семян имела среднеранняя группа спелости сортов яровой пшеницы (5,0%).

В 2010 году наибольший процент поражения семян фузариозом отмечен у сорта Памяти Азиева (10%), на единицу меньше – у Катюши (9%), у Омской 35 и Омской 37 (6%) – меньше на 4%. У сортов Боевчанка и Дуэт не отмечено поражения фузариозом. Гельминтоспориоз выявлен у сортов Памяти Азиева (3%), Омская 36, Омская 33, Омская 38 и Лавруша (2%), Дуэт и Омская 28 (1%).

Паразитными микроорганизмами (*Fusarium* и *Bipolaris sorokiniana*) в 2011 году были поражены семена всех сортов от 1 до 5%, кроме сорта Омская 28, - не имел поражения инфекцией гельминтоспориоза.

Наибольшее заражение фузариозом в 2012 году имел сорт Дуэт (5%), остальные сорта – от 1 до 3%. Высокий процент гельминтоспориозом имели сорта Памяти Азиева и Омская 36 (5%). На сортах Боевчанка, Катюша и Омская 37 не отмечено поражение гельминтоспориозом.

В отличие от *B. sorokiniana*, мицелий видов *p. Alternaria* не проникает в зародыш, а локализуется в плодовой оболочке и эндосперме, чаще над зародышем семян. Может иметь место скрытая форма болезни. При инфицировании грибами рода *Alternaria* всхожесть семян обычно не снижается. Зараженные семена крупные, выполненные, но в случае значительного поражения прилегающей к зародышу зоны при прорастании в благоприятных для возбудителя условиях может развиваться гниль корней. Интенсивному развитию грибов *p. Alternaria* способствуют многие факторы. Они чаще сохраняются в виде мицелия и конидий на семенах, растительных остатках и в почве. Токсины, продуцируемые альтернариевыми грибами, имеют высокую активность, что помогает заселению патогеном тканей живых растений. Токсикация проявляется в задержке прорастания зерна и развития корневой системы. Альтернариевая кислота, сохраняющая токсичность в течение всего периода вегетации, угнетает рост других возбудителей болезней. Вредоносность альтернариоза заключается также в снижении фотосинтетической поверхности листьев, плесневении семян и уменьшении урожая [Семынина, 2012].

Кроме фитопатогенных грибов существенный ущерб семенному материалу причиняют сапрофитные плесневые грибы из родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* и др. Все они - обычные представители поверхностной микофлоры семян. Зараженность грибами р. *Penicillium* стабильно отмечается на уровне 5-10% и практически не зависит от погодных условий в период вегетации, так как инфекция попадает на зерно во время уборки, обработки и хранения. Сильнее заражается зерно, содержащее значительное количество посторонних примесей (которые могут служить источником инфекции и увеличивать влажность зерна) или травмированных, более восприимчивых зерновок. Чем обширнее повреждение, тем интенсивнее развиваются пеницилловые грибы и глубже проникают в зерно [Чулкина, 1985; Семьнина, 2012].

Экспертиза семян по наличию сапрофитной микрофлоры показала, что наименьший процент поражения альтернариозом был выявлен у семян сорта Дуэт (36,7%) и Омская 28 (42,7%), а у сортов Боевчанка, Омская 33, Омская 38, Омская 37 и Лавруша поражение семян альтернариозом было в 1,5 раза выше.

В связи с погодными условиями во время вегетации и уборки зерновых культур 2009-2011 гг. зараженность семенного материала паразитной и сапрофитной микрофлорой прогрессировала в 2010-2012 гг. [Прогноз..., 2010; 2011; 2012]. Также на развитие зараженности семян микроорганизмами повлияла минимальная обработка почвы. Так, Хамова О.Ф. и др. (2019) отмечают, что минимизация обработки лугово-черноземной почвы под пшеницей яровой в южной лесостепи Западной Сибири стимулировала развитие почвенных грибов в сравнении со вспашкой: в 1,6-2,3 раза в контрольном варианте и в 1,4-1,9 раза при применении средств комплексной химизации, что создает напряженную фитопатогенную ситуацию.

По группам сортов инфицированность растений пшеницы альтернариозом у среднеранней составила 50%, плесневыми грибами – 8%. Среднеспелая в 1,1 раза (47%) была меньше поражена альтернариозом и в 1,2 раза (10%) выше плесенью. Среднепоздняя группа сортов имела поражение 52%, что в 1,1 раза выше по отношению к среднеранней и среднеспелой. Плесенью среднепоздняя группа поражалась в 1,5 раза (12%) сильнее по отношению к среднеранней и в 1,2 раза (10%) по отношению к среднеспелой.

Высокий показатель плесневых грибов был у семян сортов Дуэт (19%), Омская 37 (14%) и Лавруша (19,3%). Наименьший процент поражения семян плесенью наблюдался у сортов Омская 33 (5,7%) и Светланка (6,3%) или в 2,5-3,4 раза ниже сортов Дуэт, Омская 37 и Лавруша.

Таким образом, фитопатологический анализ семян перед посевом пшеницы яровой показал, что среднеранняя группа сортов имела наибольшую инфицированность семян (5%) по общему количеству возбудителей

корневой гнили (*Fusarium* и *Bipolaris sorokiniana*). Среднепоздняя группа имела высокий показатель по альтернариозу и плесневым грибам. В засушливые 2010 и 2012 годы инфицирование семян было наибольшим по наличию плесневых грибов в сравнении с влажным 2011 годом. Гриб р. *Alternaria* в меньшей степени проявил себя в 2012 году (28%).

Наиболее устойчивыми к паразитной микрофлоре в период исследований выявлены сорта Боевчанка и Лавруша.

Приведенные наблюдения свидетельствуют о разностороннем характере вредоносности фитопатогенов. При наличии инфекции на зерне снижается его всхожесть. Фитопатологическая экспертиза семян зерновых культур, проведенная перед посевом, позволила выявить основные патогены, передающиеся ежегодно через семена яровой пшеницы: *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium*, альтернариевые и плесневые грибы. Немаловажную роль в развитии фитопатогенов в полевых условиях играет устойчивость возделываемых сортов.

При посеве яровой пшеницы важно обеспечить дружность появления всходов. Необходимо, чтобы семена яровой пшеницы для посева были крупные, выровненные, обладали высокой посевной кондицией и не были заражены головней и другими болезнями (таблица 5).

Посевной стандарт предусматривает для семян первого класса основных зерновых культур, за исключением твердой пшеницы, должны иметь всхожесть не менее 95% (ГОСТ 12038-84).

Таблица 5 – Качество семян пшеницы яровой перед посевом, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Показатели качества семян							
	Всхожесть, %				Масса 1000 семян, г			
	2010	2011	2012	среднее	2010	2011	2012	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднеранняя группа								
Памяти Азиева (st.)	97,0	98,0	98,0	97,7	33,0	37,2	41,6	37,3
Омская 36	95,0	96,5	98,0	96,5	34,3	42,7	46,2	41,1
Катюша	96,5	98,0	75,0	89,8	35,2	38,2	42,8	38,7
Боевчанка	95,5	95,0	96,0	95,5	31,1	36,1	37,4	34,9
Среднее	96,0	96,9	91,8	94,9	33,4	38,6	42,0	38,0
Среднеспелая группа								
Омская 33 (st.)	97,5	97,5	97,0	97,3	36,6	39,3	41,6	39,2
Омская 38	96,0	95,5	76,0	89,2	39,8	39,5	44,3	41,2
Дуэт	92,0	94,0	99,0	95,0	39,2	39,3	39,5	39,3
Светланка	94,0	96,5	98,0	96,2	35,4	40,2	45,2	40,3
Среднее	94,9	95,9	92,5	94,4	37,8	39,6	42,7	40,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднепоздняя группа								
Омская 28 (st.)	97,0	95,5	67,0	86,5	36,6	37,7	38,3	37,5
Омская 35	95,7	98,0	94,0	95,9	37,8	41,0	47,6	42,1
Омская 37	91,5	96,0	98,0	95,2	36,8	37,0	39,4	37,7
Лавруша	94,5	95,0	93,0	94,2	37,2	39,1	32,1	36,1
<i>Среднее</i>	94,7	96,1	88,0	92,9	37,1	38,7	39,4	38,4
Среднее по годам	95,2	96,3	90,8	94,1	36,1	38,9	41,3	38,8
НСР ₀₅ А (сорт)	3,4				2,4			
НСР ₀₅ В (годы испытаний)	2,1				2,2			

Всхожесть семян – одно из важнейших посевных качеств, определяющих пригодность семян для посева. Данное свойство во многом связано с фазами формирования зерна и характером метеорологических условий во время созревания [Иванов, 1971]. По данным таблицы 5 всхожесть семенного материала в лабораторных условиях имеет большое производственное значение и в 2010 и 2011 годах была близка к 95%. Наименьшие показатели всхожести в 2012 году имели сорта Катюша (75%), Омская 38 (76%) и Омская 28 (67%). Сорта, имеющие всхожесть на 1-3% ниже стандартной: Дуэт, Светланка, Омская 35, Омская 37 и Лавруша.

Масса 1000 семян – показатель крупности и выполненности воздушно-сухих семян. На формирующуюся массу 1000 семян влияют метеорологические факторы, приёмы агротехники и сортовые особенности яровой пшеницы. В период засухи и недостатка влаги в почве семена на растениях развиваются щуплыми и легковесными. Отрицательно влияет на массу 1000 семян и полегание стеблей, поражение растений болезнями и вредителями. Приёмы агротехники на семенных посевах должны способствовать повышению массы 1000 семян. Наибольшее значение имеет обеспечение растений влагой и питательными веществами [Оптимизация..., 2020].

В наших исследованиях наибольшей крупностью обладали семена среднеспелой группы – 40,0 г, особенно сорта Омская 38 (41,2 г) и Светланка (40,3 г.). Наиболее мелкие семена отмечались у сортов Боевчанка (34,9 г) и Лавруша (36,1 г).

Прослеживается тенденция увеличения массы 1000 семян в годы исследований у всех групп спелости с 36,1 до 41,3 г. Так, у среднеранней группы спелости в острозасушливом 2010 году крупность семян составила только 33,4 г, в 2011 году – больше на 5,2 г или на 15,6%, а в 2012 году – на 8,6 г или на 25,7% по отношению к 2010 году.

4.6 Формирование корневой системы в начальный период развития

Западно-Сибирский регион – один из крупнейших в России по возделыванию яровой пшеницы (12 млн га, или 43% от посевной площади Сибирского федерального округа), но выращиванию высоких и стабильных валовых сборов зерна препятствуют неблагоприятные, главным образом, гидротермические условия первой половины вегетационного периода. В этой связи перед селекцией поставлена задача: совмещения в одном сорте высокой продуктивности и повышенной устойчивости к засухе, экстремальным температурам и другим неблагоприятным абиотическим факторам [Козлова, 1998; Система..., 2020]. Недостаточное развитие органов проростка пшеницы яровой приводит к снижению полевой всхожести семян, ослаблению или гибели растений в неблагоприятных условиях среды и, как следствие, снижению продуктивности [Юсова, 2017].

Развитие растения начинается с прорастания семени, для которого необходимы влага, благоприятная температура и доступ кислорода [Кумаков, 1980]. При решении ряда агротехнических вопросов необходимо учитывать особенности распределения корней в почве [Доспехов, Туликов, 1977]. Корневая система культурных растений располагается в форме опрокинутого конуса с основанием в пахотном слое, где сосредоточено около 70-90% массы корней и около 50-60% по длине [Зыкин и др., 2000].

Пшеница яровая имеет мочковатую корневую систему с образованием двух ярусов корней – первичного и вторичного. Зона расположения первичных корней при семени, вторичная корневая система состоит из корней, образующихся при узлах кущения. Первичная корневая система представляет собой главный корень и от двух до шести придаточных, вырастает из зачатков корней, имеющих в зародыше зрелого семени. Вскоре, после начала кущения, над местом прикрепления первого листа у главного побега образуется первая пара узловых корней. У яровой пшеницы обычно развивается три-четыре яруса узловых корней и все они в целом составляют вторичную корневую систему. В начальный период развития растения основную роль в поглощении воды играет первичная корневая система, а с периода цветения – вторичная [Зыкин и др., 2000; Новохатин, 2015].

Основной функцией корневой системы растений является поглощение воды и минеральных веществ из почвы. Другими функциями являются: укрепление растения, синтез различных сложных веществ, процесс дыхания. Функцию поглощения питательных веществ выполняет вся корневая система растений, состоящая из зародышевых и узловых корней, которые проникают в почву на глубину до 1,5 метров [Зыкин и др., 2000].

Как показали исследования Неклюдова А.Ф. (1972) в условиях лесостепи Западной Сибири, по количеству первичных корней яровая пшеница достигает максимума перед фазой кущения, и оно слабо зависит от предшественника и основной обработки почвы, а является сортовым признаком. Основную биомассу составляют четырех- и пятикорешковые растения, на долю которых приходилось более 80%. Влияние предшественников и приемов обработки почвы на количество узловых корней практически не прослеживалось.

В благоприятные по урожайности годы у яровой пшеницы образуются корни всех групп, обеспечивая формирование высоких урожаев. В сухие, жаркие годы часто случается, что яровая пшеница образует лишь первичные, а вторичные корни развиваются слабо или совсем не формируются [Неклюдов, 1989].

Изучение особенностей роста различных органов проростков у яровой пшеницы, ячменя, овса и озимой ржи показало, что длина корешков и их количество специфично для каждой культуры, позволяя классифицировать культуры по параметрам органов проростков. Длинный росток, длинные корни, многокорешковость, конусовидная форма следует считать положительными свойствами для выхода ростка на поверхность почвы, а также последующего его роста и развития особенно при глубокой заделке семян [Юсова, 2017].

На продуктивность зерна культуры оказывают многие факторы, но главным являются особенности онтогенетического развития. Учитывая значение первоначального роста семян, одним из способов определения высокоурожайных растений был предложен прием ранней диагностики семян – по всходам, позволяющий проводить отбор наиболее продуктивных растений в зависимости от времени появления проростков на поверхности почвы.

Ларионовым Ю.С. разработана классификация органов проростков по их параметрам [Ларионов и др., 1976], таблица 7.

Таблица 7 – Классификация органов проростков по их параметрам

Орган проростка	Параметр	Классификация проростка
Длина корешков, мм	≤ 100	Короткокорешковый
	101-150	Среднекорешковый
	≥ 151	Длиннокорешковый
Число корешков, шт	≤ 4	Малокорешковый
	4-5	Среднекорешковый
	≥ 5	Многокорешковый

Увеличение размеров листьев, является одним из этапов эволюции ассимиляционного аппарата яровой пшеницы. Продление периода их жизни

способствует повышению чистой продуктивности фотосинтеза, что открывает новые возможности для увеличения продуктивности сортов яровой пшеницы [Кумаков, 1980]. Если на ранних этапах развития ассимилянты, созданные при участии листьев, направляются в корни и на собственный рост, то после колошения их главная задача – налив зерна [Козлова и др., 2004].

Учеными СибНИИСХ установлено, что в условиях южной лесостепи Западной Сибири у современных (новых) сортов пшеницы мягкой яровой площадь ассимиляционного аппарата больше в сравнении со стародавними, что является результатом целенаправленной селекции [Юсова и др., 2015].

Таким образом, формирование корневой системы в начальный период, а также фотосинтетическая деятельность растений определяются сортовыми (биологическими) особенностями, погодными условиями в течение роста и развития культуры, обеспеченностью растений пшеницы влагой и элементами минерального питания. Размеры листовой поверхности служат показателем нормы реакции генотипа на экстремальные воздействия в период вегетации яровой пшеницы.

Сельскохозяйственные культуры питаются через корни и листья, так как они обитают одновременно в двух средах: корни в почве, стебли и листья – в воздухе. В листьях и корнях протекают многочисленные синтетические процессы, продуктами которых непрерывно обмениваются надземные и подземные органы растения яровой пшеницы [Добрынин, 1969; Зыкин и др., 2000].

В полевых условиях на 3-5 сутки (зародышевые корешки) и на 8-10 сутки (узловые корни) после всходов яровой пшеницы нами были проведены учеты методом отбора монолитов почвы с корнями и надземной биомассы растений по методике Лукомца В.М. (2010). Площадь монолита 0,1 м² на глубину 20 см, затем монолит почвы извлекали вместе с корнями, помещали в мешок. В лаборатории отмывали корни и измеряли необходимые параметры (длина и количество корешков) по методике Ларионова Ю.С. (1976). Отбор растений был проведен в двух несмежных повторениях на вариантах контроль и комплексная химизация.

Длина зародышевых корешков пшеницы мягкой яровой за годы исследований, а также их количество в зависимости от сорта и применения средств интенсификации приведены в табл. 6 и 7, рисунок 4 и 5.

Наблюдения показали, что по длине зародышевого корешка пшеницы мягкой яровой были различия. Так, у среднеранней группы сортов длина корешка была больше по сравнению со среднепоздней в среднем на 0,5 см (10%). Наибольший показатель отмечен у сортов Боевчанка (5,6 см) и Катюша (5,3 см). Применение средств интенсификации в среднем по сортам увеличило длину корешка культуры на 0,4 см или 8%.

Таблица 6 – Длина зародышевого корешка (см) у сортов пшеницы мягкой яровой, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации								Среднее по химизации
	контроль				комплексная химизация				
	2010	2011	2012	среднее	2010	2011	2012	среднее	
Среднеранняя группа спелости									
Памяти Азиева	2,8	5,9	6,3	5,0	3,5	6,0	6,4	5,3	5,2
Омская 36	2,4	6,0	6,3	4,9	2,5	6,2	6,5	5,1	5,0
Катюша	2,5	6,0	6,6	5,0	3,2	6,5	6,7	5,5	5,3
Боевчанка	2,4	6,6	6,6	5,2	4,4	6,6	7,2	6,1	5,6
<i>Среднее</i>	2,5	6,1	6,5	5,0	3,4	6,3	6,7	5,5	5,3
Среднеспелая группа спелости									
Омская 33	2,3	5,9	5,7	4,6	3,2	6,4	6,7	5,4	5,0
Омская 38	3,0	6,0	6,1	5,0	3,0	7,1	6,2	5,4	5,2
Дуэт	2,9	6,3	5,7	5,0	3,2	6,7	5,9	5,3	5,1
Светланка	2,2	5,4	6,1	4,6	3,3	6,6	6,8	5,6	5,1
<i>Среднее</i>	2,6	5,9	5,9	4,8	3,2	6,7	6,4	5,4	5,1
Среднепоздняя группа спелости									
Омская 28	2,5	5,5	5,7	4,6	2,7	5,7	5,8	4,7	4,7
Омская 35	2,4	4,5	6,5	4,5	2,7	6,1	6,6	5,1	4,8
Омская 37	2,3	5,9	6,0	4,7	2,9	6,0	6,3	5,1	4,9
Лавруша	2,6	6,8	5,1	4,8	2,8	6,9	5,7	5,1	5,0
<i>Среднее</i>	2,4	5,7	5,8	4,7	2,8	6,2	6,1	5,0	4,8
Среднее по годам	2,5	5,9	6,1	4,8	3,1	6,4	6,4	5,3	5,1
НСР ₀₅ А (средства интенсификации) – 0,7; В (сорт) – 0,3; АВ – F<F ₀₅									

Особых различий в количестве корешков у яровой мягкой пшеницы не отмечено: сорта-стандарты имеют наибольшее количество корешков (3,8 шт.), наименьшее было у сортов Катюша и Омская 38 (3,4 шт.). Применение средств интенсификации способствовало увеличению количества первичных корешков в среднем по сортам на 0,3 шт., или 9%.

Таким образом, длина и количество корешков определяются в основном биологическими особенностями сорта. При прорастании семян у пшеницы мягкой яровой образовалось 3,3-4,0 зародышевых корешка. Внесение удобрений перед посевом способствовало достоверному увеличению показателей первичной корневой системы сортов яровой пшеницы на 0,3-0,5 см или 8-9%. Сорта среднеранней группы спелости на 7-10% по длине корешка имели более высокие темпы развития в сравнении с другими группами.

Таблица 7 – Количество зародышевых корешков (шт.) у сортов пшеницы мягкой яровой, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации								Среднее по химизации
	Контроль				Комплексная химизация				
	2010	2011	2012	среднее	2010	2011	2012	среднее	
Среднеранняя группа спелости									
Памяти Азиева	3,7	3,8	3,6	3,7	4,0	4,0	3,7	3,9	3,8
Омская 36	3,6	3,9	3,5	3,7	3,9	4,0	3,2	3,7	3,7
Катюша	3,3	3,6	3,0	3,3	3,4	3,7	3,1	3,4	3,4
Боевчанка	3,1	3,4	3,2	3,2	3,9	4,0	3,4	3,8	3,5
Среднее	3,4	3,7	3,3	3,5	3,8	3,9	3,4	3,7	3,6
Среднеспелая группа спелости									
Омская 33	3,6	4,2	3,2	3,7	3,7	4,3	3,8	3,9	3,8
Омская 38	3,2	3,5	3,3	3,3	3,4	4,0	3,0	3,5	3,4
Дуэт	3,3	4,0	3,1	3,5	4,0	4,2	3,2	3,8	3,6
Светланка	3,5	3,8	3,4	3,6	4,0	4,1	3,5	3,9	3,7
Среднее	3,4	3,9	3,3	3,5	3,8	4,2	3,4	3,8	3,6
Среднепоздняя группа спелости									
Омская 28	3,6	4,1	3,5	3,7	4,0	4,3	3,4	3,9	3,8
Омская 35	3,4	4,0	3,2	3,5	4,2	4,5	3,1	3,9	3,7
Омская 37	3,0	4,0	3,5	3,5	3,2	4,4	3,4	3,7	3,6
Лавруша	3,1	3,7	3,3	3,4	3,6	3,7	3,2	3,5	3,4
Среднее	3,3	4,0	3,4	3,5	3,8	4,2	3,3	3,8	3,6
Среднее по годам	3,4	3,8	3,3	3,5	3,8	4,1	3,3	3,7	3,6
НСР ₀₅ А (средства интенсификации) – 0,1; В (сорт) – 0,3; АВ – 0,4									

Образование вторичной корневой системы начинается от начала фазы кущения и завершается в основном в период колошения культуры. Узловые корни в большей мере, чем зародышевые, находятся в зависимости от внешних условий и прежде всего от увлажнения. В связи со значительной уязвимостью вторичной корневой системы в условиях неустойчивого увлажнения верхних слоев почвы, где в основном располагаются узловые корни, существует неоднозначное мнение об их значении в формировании урожая [Зыкин и др., 2000].

Неклюдов А.Ф. (1989) отмечает, что в засушливые годы урожайность зерна снижается не только потому, что не развиваются вторичные корни, а, главным образом, из-за недостаточного развития зародышевых корней. Все агротехнические приемы воздействуют на верхний слой почвы, в котором развивается и функционирует корневая система растений, что отражается на снабжении надземных частей влагой и питательными веществами. Высокая

продуктивность растений наблюдается в том случае, когда имеется в наличие не только развитая надземная масса, но и корневая система.

Показатели вторичной корневой системы сортов яровой мягкой пшеницы приведены в таблице 8 и 9, рисунок 4 и 5.

Таблица 8 – Длина узлового корня (см) у сортов пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации								Среднее по химизации
	Контроль				Комплексная химизация				
	2010	2011	2012	среднее	2010	2011	2012	среднее	
Среднеранняя группа спелости									
Памяти Азиева	3,2	6,1	4,6	4,6	4,9	7,4	4,7	5,7	5,2
Омская 36	3,7	7,6	4,3	5,2	4,0	8,5	4,5	5,7	5,4
Катюша	3,9	7,0	3,9	4,9	4,1	8,3	5,5	6,0	5,5
Боевчанка	3,9	7,0	5,3	5,4	5,0	9,0	5,5	6,5	6,0
<i>Среднее</i>	3,7	6,9	4,5	5,0	4,5	8,3	5,0	6,0	5,5
Среднеспелая группа спелости									
Омская 33	3,5	8,1	5,4	5,7	6,0	9,2	5,6	6,9	6,3
Омская 38	3,2	7,0	4,7	5,0	4,3	8,3	4,8	5,8	5,4
Дуэт	3,4	6,5	5,3	5,1	4,3	9,0	5,4	6,2	5,7
Светланка	3,4	7,5	5,6	5,5	4,2	8,5	5,6	6,1	5,8
<i>Среднее</i>	3,4	7,3	5,3	5,3	4,7	8,8	5,4	6,3	5,8
Среднепоздняя группа спелости									
Омская 28	3,9	8,0	4,4	5,4	4,0	9,7	5,1	6,3	5,9
Омская 35	3,9	7,8	4,3	5,3	4,0	10,5	4,6	6,4	5,9
Омская 37	3,9	7,8	5,1	5,6	4,3	10,1	5,3	6,6	6,1
Лавруша	4,0	7,7	4,4	5,4	4,2	9,3	5,6	6,4	5,9
<i>Среднее</i>	3,9	7,8	4,6	5,4	4,1	9,3	5,2	6,4	5,9
Среднее по годам	3,7	7,3	4,8	5,3	4,4	9,0	5,2	6,2	5,7
НСР ₀₅ А (средства интенсификации) – 0,2; В (сорт) – 0,4; АВ – F<F ₀₅									

Таблица 9 – Количество узловых корней (шт./растение) на сортах пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Фон интенсификации								Среднее по химизации
	Контроль				Комплексная химизация				
	2010	2011	2012	среднее	2010	2011	2012	среднее	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Среднеранняя группа спелости									
Памяти Азиева	2,6	4,3	2,8	3,2	3,5	5,4	4,6	4,5	3,9
Омская 36	3,5	4,1	4,4	4,0	3,7	5,7	5,3	4,9	4,5
Катюша	3,8	4,2	3,6	3,9	4,2	4,9	5,1	4,7	4,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Боевчанка	3,4	3,8	3,8	3,7	4,1	4,6	3,7	4,1	3,9
<i>Среднее</i>	3,3	4,1	3,7	3,7	3,9	5,2	4,7	4,6	4,1
Среднеспелая группа спелости									
Омская 33	3,3	4,7	4,7	4,2	3,6	5,4	4,0	4,3	4,3
Омская 38	3,7	3,5	4,0	3,7	5,2	5,1	5,0	5,1	4,4
Дуэт	3,8	4,8	5,2	4,6	4,4	5,4	5,0	5,0	4,8
Светланка	4,1	4,6	3,4	4,0	4,8	5,8	3,4	4,7	4,4
<i>Среднее</i>	3,7	4,4	4,3	4,2	4,5	5,4	4,4	4,8	4,5
Среднепоздняя группа спелости									
Омская 28	3,2	4,6	4,5	4,1	4,6	5,7	3,6	4,6	4,4
Омская 35	4,3	4,3	4,4	4,3	5,5	5,1	4,3	5,0	4,7
Омская 37	3,3	4,1	4,6	4,0	3,9	5,5	3,7	4,4	4,2
Лавруша	2,4	4,5	4,0	3,6	3,0	5,4	3,6	4,0	3,8
<i>Среднее</i>	3,3	4,4	4,4	4,0	4,3	5,4	3,8	4,5	4,3
Среднее по годам	3,5	4,3	4,1	4,0	4,2	5,3	4,3	4,6	4,3
НСР ₀₅ А (средства интенсификации) – 0,1; В (сорт) – 0,3; АВ – F<F ₀₅									

Длина и количество узловых корней яровой мягкой пшеницы различалась по годам и биотипам сортов. В среднем длина корня у сортов среднеранней группы спелости составила 5,5 см, у среднеспелой была больше на 0,3 см (или 5%) и у среднепоздней группы – на 0,4 см (или на 7%). Наибольшая длина корней отмечена у сортов Омская 33 и Омская 37. Количество корней у среднеранней группы составило в среднем 4,2 шт., у среднеспелой – 4,5, что на 8% больше. Наибольшее количество корней отмечено у сортов Дуэт и Омская 35, а наименьшее – у сортов Памяти Азиева, Боевчанка и Лавруша.

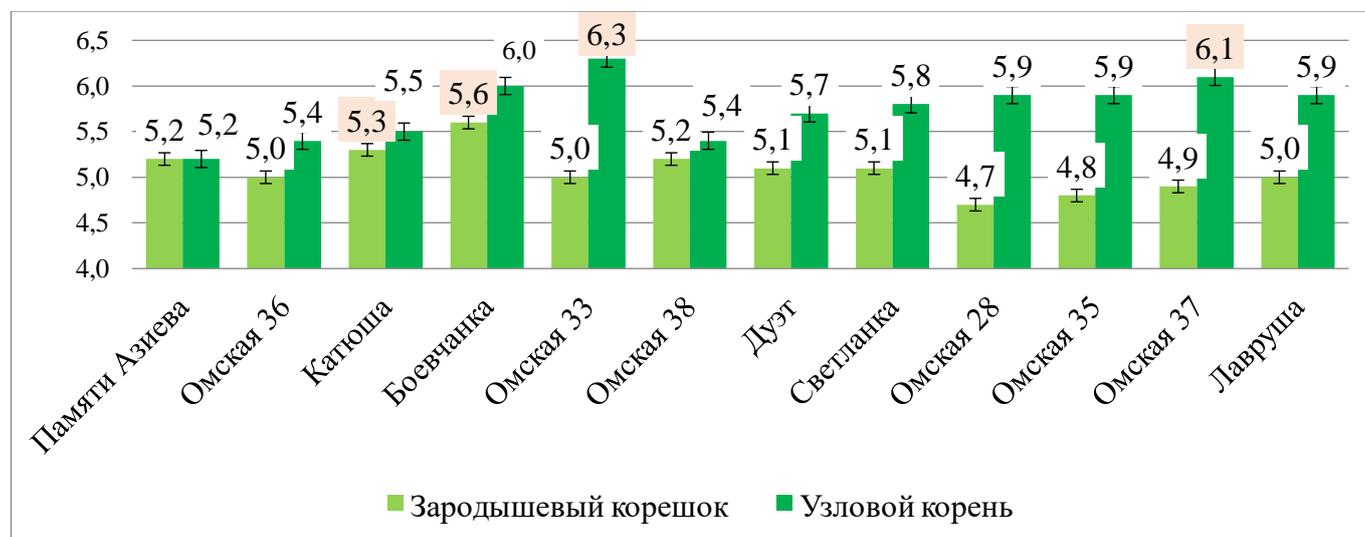


Рисунок 4 – Длина (см) корневой системы пшеницы яровой в начальный период развития (среднее по опыту)

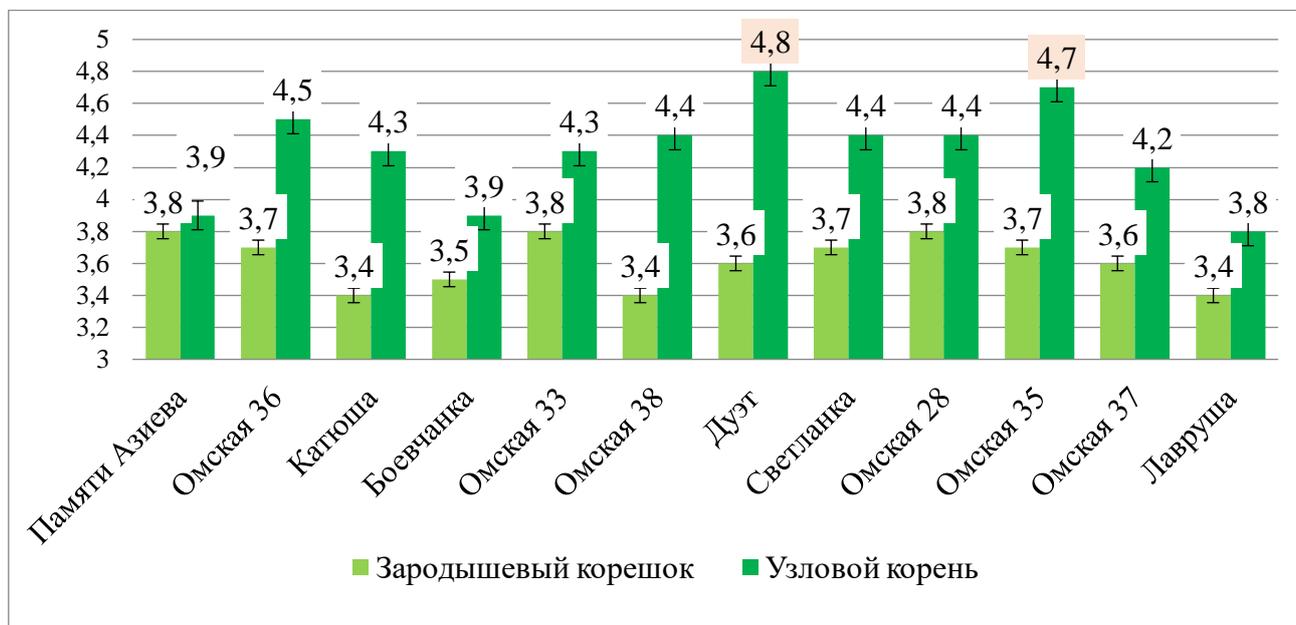


Рисунок 5 – Количество корешков (шт./растение) корневой системы пшеницы яровой в начальный период развития (среднее по опыту)

Основным средством сельскохозяйственного производства является почва. Плодородие определяется почвенно-климатическими условиями агроландшафтов и во многом зависит от состояния агрофитоценоза и жизнедеятельности корневой системы. Непрерывно отмирая, корни обогащают почву органическим веществом, повышая ее плодородие, создавая благоприятные условия для роста и развития растений пшеницы яровой. Основная часть корней злаков сосредоточена в верхних слоях почвы [Неклюдов, 1972; Красницкий, 1999; Храмцов, 2015].

В наших исследованиях была применена зональная классификация Ларионова Ю.С. (1976) для характеристики органов проростков яровой мягкой пшеницы при выращивании в полевых условиях. По данной классификации все изученные сорта относятся к короткокорешковым (длина корня менее 10 см) и среднекорешковым (количество корней 4-5 шт.).

Таким образом, формирование корневой системы на начальных этапах развития растений определялось биологическими особенностями сортов с применением средств интенсификации. При прорастании семян у яровой пшеницы образовалось 3,3-4,0 зародышевых корешка на растение. Количество корешков у среднераннего биотипа составило в среднем 4,2 шт., у среднеспелого и среднепозднего – 4,3-4,5 шт. Наибольшее количество зародышевых корешков отмечено у сортов Дуэт и Омская 35, наименьшее – у сортов Памяти Азиева, Боевчанка и Лавруша. Применение минеральных удобрений перед посевом сортов пшеницы способствовало улучшению почвенного питания растений и развитию первичной (на 9%) и вторичной корневой системы (до 13-14%). В среднем длина узлового

корня у сортов среднеранней группы спелости составила 5,5 см, у средне-спелой была больше на 5% и у среднепоздней группы – на 7%. Наибольшая длина корешка отмечена у сортов Омская 33 и Омская 37.

4.7 Площадь верхнего яруса листьев

Лист – основной орган ассимиляции и транспирации растений. У яровой пшеницы листья ланцетовидные, с параллельным жилкованием, к основанию свернуты в трубочки, прикрепленные к стеблевым узлам и охватывающие часть стебля. Из каждого узла стебля отходит один лист [Зыкин, 2000]. Площадь листьев — весьма лабильный показатель фотосинтетической деятельности растений, его можно успешно регулировать агротехническими приемами возделывания сельскохозяйственных культур и подбором соответствующих сортов [Лощинина и др., 2002]. Среди метаболических процессов, оказывающих влияние на продуктивность растений, фотосинтезу принадлежит ведущая роль [Беденко, Сидоренко, 1990].

Измерение площади листовой поверхности (флаговый, подфлаговый) проводили по методике НИИСХ Юго-Востока (1985) в фазу колошения растений по 10 растений через 15-20 дней после обработки посевов культуры против листостеблевых инфекций в фазу колошения в двух несмежных повторениях на контроле и комплексной химизации по формуле Аникеева В.В. и Кутузова Ф.Ф. (1961). Результаты наблюдений приведены на рисунках 6, 7 и приложении Б-В.

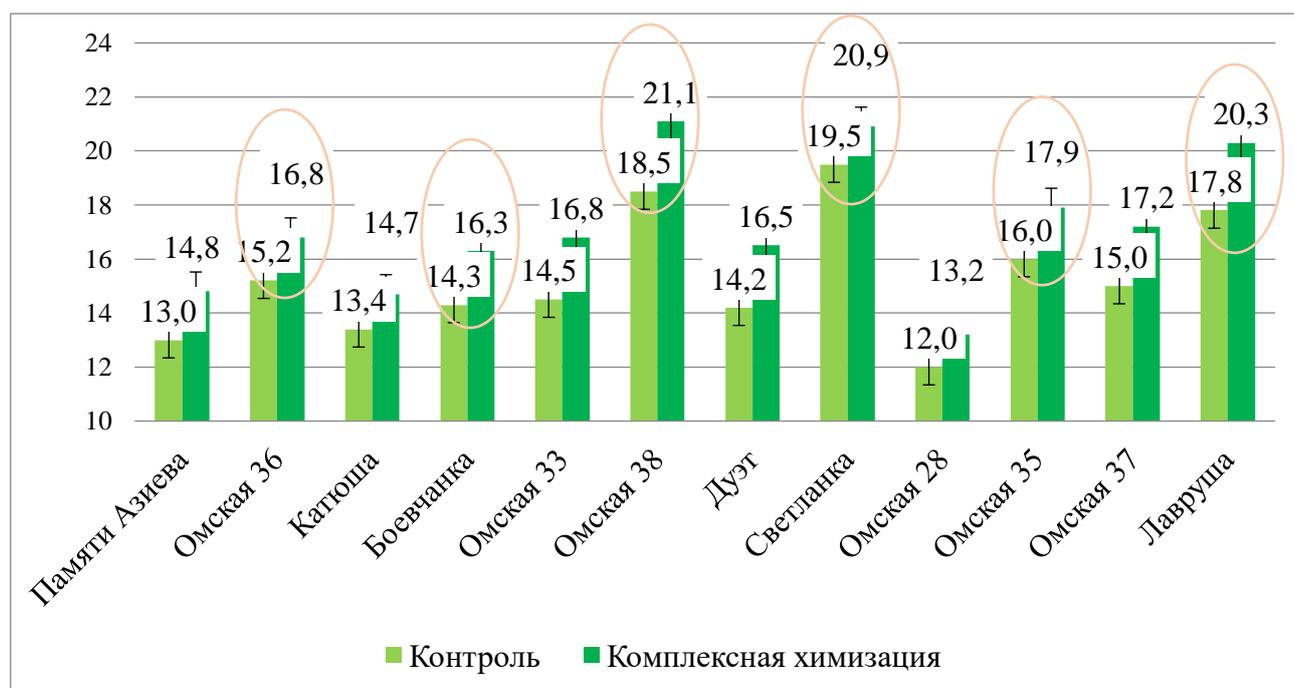


Рисунок 6 – Площадь верхнего яруса листьев (см²) у сортов яровой мягкой пшеницы, 2010-2012 гг.

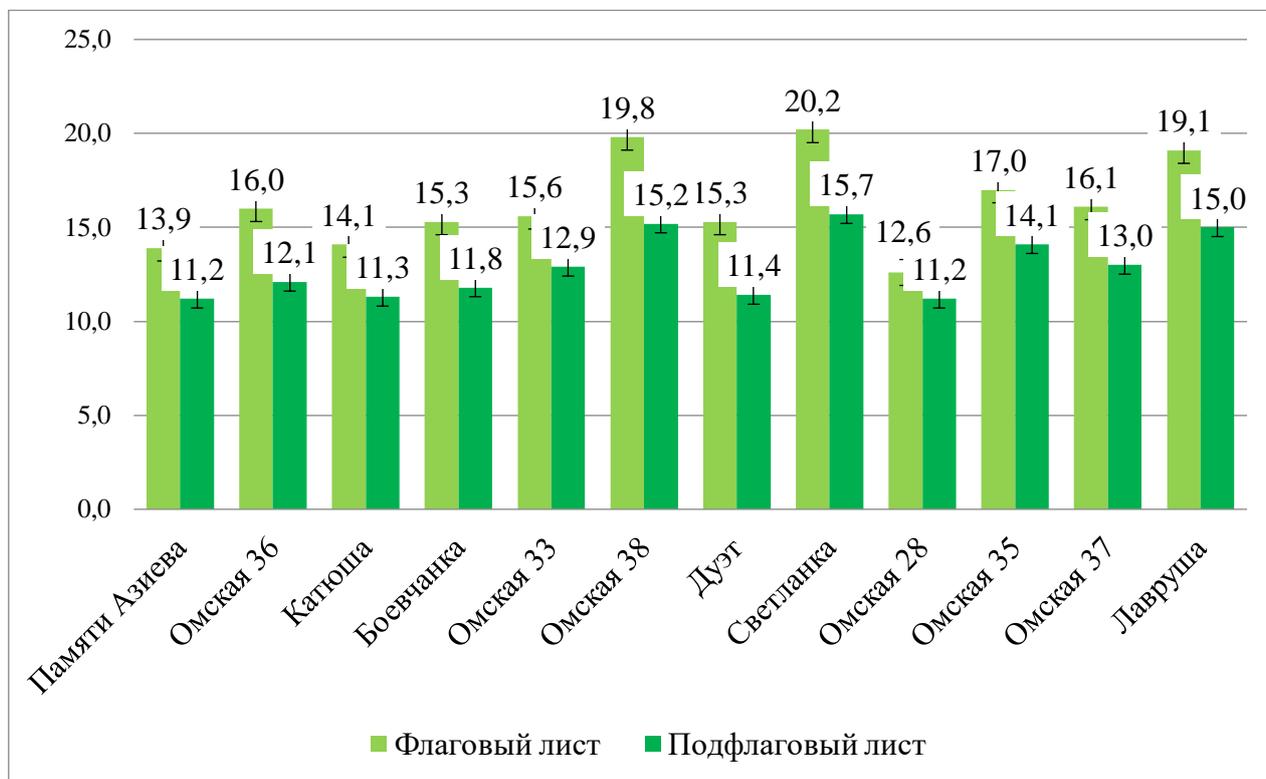


Рисунок 7 – Площадь флагового и подфлагового листьев (см²) у сортов яровой мягкой пшеницы, 2010-2012 гг.

Наблюдения показали, что площадь листовой поверхности у сортов яровой пшеницы варьирует в довольно широких пределах в зависимости от применения средств интенсификации и погодных условий исследуемых лет.

Наибольшая площадь флагового листа отмечена у среднеспелой группы сортов как на контрольном варианте, так и комплексной химизации (16,7 и 18,8 см²). Без применения средств интенсификации наибольшая площадь листовой поверхности наблюдается у сортов Омская 36, Светлана и Лавруша (15,2-19,5 см²). Применение комплексной химизации способствовало увеличению площади флаг-листа на 1,6-2,6 см² (10,5-14,1%) у сортов Омская 36, Омская 38 и Лавруша.

При сравнении вариантов интенсификации выявлено, что площадь листовой поверхности подфлагового листа была практически одинаковой у среднеспелого (12,8 и 14,8 см²) и среднепозднего (12,8 и 13,8 см²) биотипов, а у среднеранней группы уменьшилась на 1,7 и 2,6 см², или 13-18%. У сортов Омская 36, Светлана и Лавруша отмечена наибольшая площадь подфлагового листа с применением средств интенсификации на 0,7-3,2 см² или 5-23%.

В 2010 году отмечено наибольшее выпадение атмосферных осадков во второй половине вегетации растений, что способствовало увеличению

площади как флагового, так и подфлагового листьев. Наибольшую площадь флагового листа на контрольном и комплексной химизации имели сорта Омская 36 (18,7 и 20,6 см²), Омская 38 (23,7 и 27,7 см²), Светланка (24,1 и 24,4 см²) и Лавруша (22,3 и 25,5 см²), наименьшую – Омская 28 (13,8 и 15,0 см²). Применение средств интенсификации, в том числе удобрений, способствовало увеличению анализируемого показателя у сортов Омская 33 и Омская 37 на 29 и 35%. Наименьшее увеличение площади флагового листа отмечалось у сортов Памяти Азиева (4,4%) и Светланка (1,2%).

Во влажном 2011 году с применением комплексной химизации площадь листовой поверхности флагового листа заметно увеличилась у сортов Омская 36 (на 2,8 см² или 15,5%), Омская 38 (на 3,1 см² или 16,3%), Светланка (на 3,2 см² или 14,4%) и Лавруша (на 3,6 см² или 19,1%).

Подфлаговый лист также имел сортовые особенности: у сортов Дуэт и Светланка площадь листа с применением средств интенсификации увеличилась на 5,0 см² (36%) и на 5,8 см² (31,4%) соответственно.

Наибольшее увеличение ассимиляционной поверхности флагового и подфлагового листьев отмечено у сортов среднеспелой группы спелости на 2,7 см² (14,2%) и на 3,7 см² (21,4%). Несколько меньше развитие флагового листа наблюдалось у сортов среднеранней группы спелости на 2,0 см² или 11,5%, а подфлагового у среднепоздней – на 1,7 см² (10,1%).

В июле и августе 2012 года преобладала очень теплая и сухая погода. Осадки выпадали неравномерно и имели в основном ливневый характер, наблюдались ветры-суховеи. Площадь листовой поверхности у сортов пшеницы была почти в 2 раза меньше по сравнению с 2010 и 2011 гг.

Отмечено увеличение площади флагового и подфлагового листьев на 1,2-2,9 см² или 14,4-31,5% при применении комплексной химизации у сортов Памяти Азиева, Омская 38 и Дуэт в условиях 2012 г.

В 2010 и 2011 гг. в сравнении с вариантом интенсификации у среднеспелого биотипа сортов пшеницы мягкой яровой наблюдалось увеличение площади верхнего яруса листьев (13,1-23,7 см²) на 11,8-17,5%, а в 2012 году – у среднепозднего биотипа (10,7-11,9 см²) на 1,7-2,8%.

Таким образом, увеличению площади флагового и подфлагового листьев в фазу колошения яровой пшеницы способствовало применение удобрений и средств защиты растений. Среди сортов заметно выделяются Омская 38 (19,8 и 15,2 см²), Светланка (20,2 и 15,7 см²) и Лавруша (19,1 и 15,0 см²). Наибольшая площадь флагового и подфлагового листьев (17,7 и 13,8 см²) отмечалось у сортов среднеспелой группы.

ГЛАВА 5 ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ

Современное интенсивное зернопроизводство базируется на 3-х главных составляющих: высокоурожайные сорта, отзывчивые на применение удобрений, оптимальное минеральное питание (прежде всего азотное), эффективная защита растений. Сорта пшеницы интенсивного типа не всегда сочетают высокую урожайность с комплексной устойчивостью к болезням. Обладая устойчивостью к одним заболеваниям, они могут в значительной степени поражаться другими. У восприимчивых сортов пораженность растений возрастает в 2,5-3,0 раза по сравнению с базовым (обычным) агрофоном; у относительно более устойчивых – в 1,5-2,5 раза. Соответственно, увеличение пораженности на высоком агрофоне способствует потерям урожая зерна от болезней. Для некоторых сортов они бывают настолько значительными, что полностью нивелируют эффект от применения удобрений [Санин и др, 2020].

Корневые гнили пшеницы – комплексное заболевание, имеет широкий ареал распространения, совпадающий с ареалом возделывания яровой пшеницы. Отдельные возбудители болезни, приспособленные к определенным агроэкологическим зонам, в годы сильного развития причиняют значительный ущерб к конечному урожаю [Чулкина, 1985].

Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoemaker (син. *Helminthosporium sativum* Pam., Kinget Bakke; *H. sorokiniana* Sacc.; *Drechslera sorokiniana* Subram) – широко распространенный во всем мире возбудитель гельминтоспориозной (обыкновенной) корневой гнили зерновых культур, способный формировать в почве долговременные стационарные очаги. Взаимодействие фитопатогена с растениями-хозяевами проявляется в трёх видах симптомов – корневая гниль, чёрный зародыш зерна и тёмно-бурая пятнистость листьев, которые зависят от факторов передачи возбудителя: почвой и инфицированными растительными остатками, семенами и воздушно-капельным путём. Исследования показали, что проявление симптомов эпифитотического процесса и агрессивность фитопатогена определяются генетически и зависят от сорта яровой пшеницы. Наиболее восприимчивыми органами к заражению *B. sorokiniana* являются эпикотиль и корневая система растения, а массовое размножение возбудителя происходит в конце вегетации на влажных прикорневых листьях. Если всю популяцию конидий, сформировавшихся в посевах яровой пшеницы, принять за 100%, то более 80% её приходится на влажные и пластинку прикорневых листьев, а на остальные органы – только около 20% [Торопова и др., 2021].

В степных районах Сибири широко распространена преимущественно гельминтоспориозная, а в лесостепных – гельминтоспориозно-фузариозная корневая гниль. При интенсивных технологиях эпифитотииология корневых гнилей несколько изменяется. На удобренном фоне возрастает физиологическая устойчивость растений к инфекции и супрессивность почв частично подавляет паразитическую активность патогенов. В тоже время борьба с корневыми гнилями в условиях интенсификации земледелия возрастает, так как при вредоносности заболевания выше допустимого порога считается отдача и окупаемость минеральных удобрений, возрастает применение фунгицидов на вегетирующих растениях, повышается восприимчивость растений к засухе [Кирюшин и др, 2000].

Многолетними исследованиями установлено, что корневые гнили ежегодно наряду с снижением урожайности зерна яровой мягкой пшеницы на 20-23%, приводят к снижению белковости зерна, ухудшается качество клейковины [Муранец и др., 2009].

5.1 Корневые гнили

Этиология корневых гнилей в Сибири была установлена в 70–80 годах XX века. Она представляла собой комплекс паразитических микромицетов, при доминировании наиболее патогенных видов – *Helminthosporium sativum* (syn. *Bipolaris sorokiniana*) и видов рода *Fusarium* (*Fusarium avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. sambucinum* и др.). В течение длительного времени отмечали абсолютное доминирование *B. sorokiniana* над остальными компонентами патоконплекса яровых пшеницы и ячменя в большинстве регионов Сибири и в Зауралье [Торопова и др. 2019].

Вредоносность корневых гнилей возрастает при концентрации зернового производства, когда, с одной стороны, восприимчивые сорта зерновых культур возделываются крупными массивами беспрерывно или с перерывом в 1-2 года, а с другой – нарушается равновесие между полезными и вредными видами биоценоза почв, от чего выигрывают почвенные патогены [Чулкина, 1985; 2017]. Она проявляется в снижении энергии прорастания, силе роста и всхожести семян, в низкорослости растений, щуплости колоса и, как следствие, в ухудшении посевных и технологических качеств зерна [Муранец и др., 2009].

Согласно исследованиям ученых: Чулкина В.А. (1985, 2017), Марьяина-Чермных О.Г. (2016), Торопова Е.Ю. (2018, 2020), Стецов Г.Я. (2020), Гагкаева Т.Ю. (2022), занимающихся вопросами корневой гнили, – заболевание встречается повсеместно на посевах зерновых культур, оно вредоносно, особенно при поражении проростков агрокультур. Гибель всходов в прохладную весну может достигать более 35%. Пораженные растения отстают в росте, образуют щуплое неполновесное зерно и низковсхожие семена.

Исследования Ломановского А.В. и др. (2016), Разиной А.А., Дятловой О.Г. (2018), Ефимочкиной Н.Р. и др. (2019) в различных почвенно-климатических зонах России показали, что общая зараженность и инфицирование семян комплексом патогенов при фитопатологическом анализе достигает 70-100%. Довольно часто на одном семени наблюдается присутствие представителей микобиоты разных родов при доминировании грибов из родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium* (потенциальные возбудители микотоксикозов). По развитию и вредоносности корневой гнили особо выделена гельминтоспориозная (возбудитель – *Bipolaris sorokiniana*) и фузариозная (возбудители – *Fusarium sp.*).

Наблюдениями Тороповой Е.Ю. и др. (2018), Юшкевича Л.В. и др. (2021) установлено, что в черноземных почвах Западной Сибири отмечается высокая численность популяции возбудителей инфекций как в семенах пшеницы яровой, так и в корнеобитаемом слое почвы.

Исследования Глинушкина А.П. и др. (2018) в пяти зерновых регионах России выявили, что состав возбудителей фузариоза на зерновых культурах представлен широко распространенными и редкими видами грибов. Наблюдается однотипность *Fusarium sp.*, что обусловлено восприимчивостью агроценозов к почвообитающим микромицетам.

Чулкина В.А. и др. (2017) отмечает, что высокая степень инфицированности сибирских почв и агрофитоценозов зерновых культур приводит к заметному ухудшению системообразующих элементов структуры урожая, качества конечной продукции, загрязнению ее фитопатогенами. Выявлено, что усилению развития корневых болезней зерновых агроценозов способствует насыщение полевых севооборотов более восприимчивыми культурами (ячмень, пшеница яровая мягкая (особенно твердая) и озимая, рожь и другие), а также распространение повторных посевов в полевых севооборотах и отсутствие фитосанитарных предшественников. На инфицированных послеуборочных остатках, стерне, мульче, дикорастущих злаках, сорняках и в верхнем слое почвы в сибирских климатических условиях возбудители корневых гнилей в виде хламидоспор и конидий сохраняют жизнеспособность 3-5 лет и более.

Степень заболевания восприимчивых органов корневой системы пшеницы яровой проведена по свежим, не высохшим образцам, когда пигментация пораженной ткани проявляется ярче (по методике Чулкиной В.А. (1972, 2017)), вычисляли отдельно по каждому органу (эпикотиль, основание стебля).

Развитие болезни (R, %) или степень поражения – качественный показатель проявления болезни. Распространение (P, %) или частота встречаемости – количество больных растений по отношению к общему количеству растений в варианте:

$$R = 100 * \sum (a * b) / n \quad P = 100 * a / n,$$

где 100 – перевод показателя в проценты, $\sum (a*b)$ – сумма произведений количества больных растений (a) на соответствующий балл поражения (b), n – общее количество больных и здоровых растений при проведении анализа.

Распространение и развитие обыкновенной корневой гнили на посевах яровой пшеницы за годы наблюдений было высоким и во многом определялось сортовыми различиями, таблица 10 и 11, рисунок 8.

Наблюдения показали, что развитие инфекции различалось между сортами, вариантами применения средств химизации и гидро-термическими условиями. Так, на контроле (без химизации) в целом за годы наблюдений наибольшее развитие болезни отмечалось у сортов Боевчанка, Катюша и Омская 28 (17,9-21,3%), а сорта Памяти Азиева, Омская 36, Омская 35 (11,3-13,8%) менее были пораженными. Применение средств интенсификации способствовало снижению развития заболевания у среднеранней группы сортов с 16,1 до 12,9% или на 20%, у среднеспелой и среднепоздней групп сортов поражение растений оставалось практически без изменений (14,8-15,8% против 14,5-15,2%) при более высоком развитии инфекции у сортов Омская 33 и Лавруша – 20,8-21,8%.

Таблица 10 – Развитие (%) корневой гнили на сортах яровой пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Фон химизации								Среднее по химизации
	контроль				комплексная химизация				
	2010	2011	2012	среднее	2010	2011	2012	среднее	
Памяти Азиева (st.)	8,4	18,3	7,3	11,3	6,9	20,3	13,6	13,6	12,5
Омская 36	10,2	20,2	10,9	13,8	6,1	14,5	10,3	10,3	12,0
Катюша	13,3	18,3	22,1	17,9	7,9	14,8	11,5	11,4	14,6
Боевчанка	12,2	24,5	27,3	21,3	8,4	21,8	18,0	16,1	18,7
Среднее	11,0	20,3	16,9	16,1	7,3	17,9	13,4	12,8	14,5
Омская 33 (st.)	10,3	18,0	17,1	15,1	13,1	23,5	25,8	20,8	18,0
Омская 38	7,8	21,5	14,2	14,5	9,4	18,1	13,8	13,8	14,1
Дуэт	8,3	20,0	14,1	14,1	6,3	13,5	10,0	9,9	12,0
Светланка	6,8	22,5	14,3	14,5	10,8	18,5	14,6	14,6	14,6
Среднее	8,3	20,5	14,9	14,6	9,9	18,4	16,1	14,8	14,7
Омская 28 (st.)	8,3	25,7	22,5	18,8	8,1	22,2	15,1	15,1	17,0
Омская 35	5,4	19,6	9,3	11,4	8,6	22,5	15,3	15,5	13,5
Омская 37	8,4	21,1	14,7	14,7	8,1	15,5	9,0	10,9	12,8
Лавруша	8,5	23,2	15,8	15,8	12,0	27,5	26,0	21,8	18,8
Среднее	7,7	22,4	15,6	15,2	9,2	21,9	16,4	15,8	15,5
Среднее по годам	9,0	21,1	15,8	15,3	8,8	19,4	15,3	14,5	14,9
НСР ₀₅ Фактор А (годы исследований) = 0,5%; Фактор В (фон химизации) – 0,4%; Фактор С (сорта) – 0,8%									

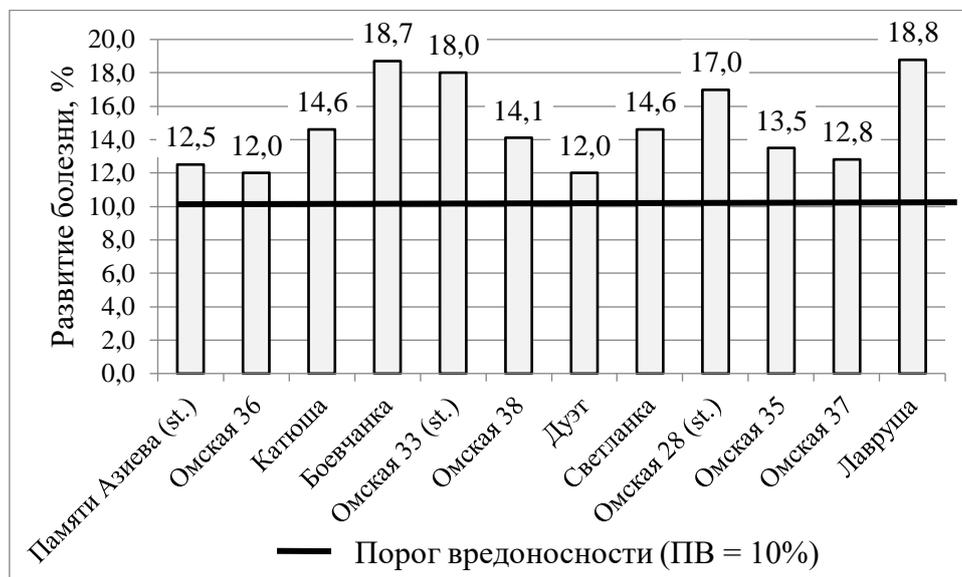


Рисунок 8 – Развитие (%) корневой гнили у сортов пшеницы яровой, 2010-2012 гг.

Таблица 11 – Распространение (%) корневой гнили на сортах яровой пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Фон интенсификации								Среднее по химизации
	контроль				комплексная химизация				
	2010	2011	2012	<i>среднее</i>	2010	2011	2012	<i>среднее</i>	
Памяти Азијева (st.)	36	72	45	51	23	92	40	52	51,3
Омская 36	34	81	51	56	23	78	34	45	50,2
Катюша	21	51	55	42	29	58	44	43	43,0
Боевчанка	32	70	64	55	31	67	55	51	53,2
<i>Среднее</i>	31	69	54	51	26	74	43	48	49,4
Омская 33 (st.)	25	51	50	42	20	65	67	51	46,3
Омская 38	37	80	55	57	34	71	54	53	55,2
Дуэт	32	83	54	56	26	84	32	47	51,8
Светланка	27	86	52	55	32	68	50	50	52,5
<i>Среднее</i>	30	75	53	53	28	72	51	50	51,5
Омская 28 (st.)	17	89	66	57	25	72	45	47	52,3
Омская 35	33	80	41	51	22	88	50	53	52,3
Омская 37	28	100	57	62	47	87	41	58	60,0
Лавруша	30	99	59	63	25	79	63	56	59,2
<i>Среднее</i>	27	92	56	58	30	82	50	54	56,0
Среднее по годам	29	79	54	54	28	76	48	51	52,3

Фактор А (годы исследований) = 2,2% Фактор В (фон химизации) = 1,8%;
Фактор С (сорта) = 4,4%

Распространение корневой гнили на сортах яровой пшеницы составляло от 26 до 29%. Так, из среднеранней группы сорт Боевчанка имел наибольшее распространение болезни (30%), наименьшее отмечалось у сорта Катюша (22%), на варианте с применением средств интенсификации распространение корневой гнили уменьшилось на 2-4%. Выявлено, что на комплексной химизации сорт Омская 33 был поражен на 6% больше по сравнению с контролем. Другие сорта среднеспелой группы имели поражение в среднем до 27-30%, среднепоздней – поражались корневой гнилью до 28-32% при наименьшем поражении растений сорта Омская 35.

Исследованиями Тороповой Е.Ю. и др. (2012) установлено, что предшественники оказывают решающее влияние на численность конидий *B. sorokiniana*. Однако однократное введение фитосанитарных предшественников не обеспечивает в полной мере оптимизацию фитосанитарного состояния почвы. Приемы обработки также влияют на состояние микрофлоры. При отвальной обработке почвы конидии возбудителя корневой гнили (*B. sorokiniana*) в основном сосредоточены в подповерхностном (11-20 см) слое почвы. При плоскорезной обработке конидии, наоборот, в большей мере концентрируются в самом верхнем (0-10 см) слое почвы. Вследствие этого при прямом посеве по стерне сильнее (в 2,5-7 раз) поражаются первичные корни, чем подземные (эпикотиль) и надземные (основание стебля) органы. Прямой посев обеспечивает стабилизацию урожайности пшеницы яровой в аридных зонах рискованного земледелия, причем его преимущество проявляются в более засушливые годы.

Исследования Леляк А.А., Штерншис М.В. (2014), Коробовой Л.Н. (2016), Марьиной-Чермных О.Г. (2016), Shuliko N.N. and etc. (2022) в лесостепи Западной Сибири и в Марийской низменности показали, что продукты обмена веществ (экзометаболиты) при корневых выделениях культуры в окружающую среду играют значительную роль в популяционных взаимодействиях, являются пищей для агрономически ценной микобиоты почвы. Колонизируя корневую систему, данные естественные обитатели почвы, развиваются по всей поверхности корня, подавляя фитопатогенные микроорганизмы. Одновременно бактерии улучшают рост растений, проявляя ростостимулирующий и иммуномодулирующий эффект, обладают активным антагонизмом к фитопатогемам, способны утилизировать токсины (последствия химических обработок). В удобренных вариантах преобладали грибы рода *Trichoderma*, обладая высокой антагонистической активностью в отношении широкого спектра возбудителей грибных заболеваний.

Гилев С.Д. и др. (2019) отмечают, что на степень заселенности почвы патогенами в условиях Курганской области во многом влияет технология

возделывания пшеницы, базовым элементом которой является обработка почвы. Так, численность патогенных грибов в вариантах с отвальной технологией, с более благоприятным азотным питанием возрастала, тогда как на безотвальной обработке она практически не изменилась. При освоении в зернопаровых севооборотах ресурсосберегающих агротехнологий в первые годы отмечается повышение численности вредоносных патогенов в верхнем слое почвы с тенденцией дальнейшего снижения.

Опыты Чулкиной В.А. (1985) показывают, что снижение количества продуктивных стеблей происходит в результате гибели растений от поражения корневой гнилью вследствие уменьшения продуктивной кустистости. Изреживание растений может частично компенсироваться за счет повышения общей и продуктивной кустистости. В годы с наибольшим поражением корневой системы растений яровой пшеницы инфекциями потери зерна в лесостепной зоне могут достигать 15-20%. Наблюдения показали, что сопряженность между поражением растений корневыми гнилями и урожайностью зерна сортов яровой пшеницы на варианте комплексного применения средств интенсификации потери урожайности зерна сортов яровой пшеницы, согласно коэффициенту детерминации, в среднем за три года достигали 27,8%, таблица 12.

Таблица 12 – Корреляционная сопряженность между урожайностью зерна (у, т/га) сортов яровой пшеницы и развитием корневой гнили (х, %)

Год исследования	Вариант химизации	Уравнение регрессии	Коэффициент линейной регрессии (r)
2010	контроль	$Y = 3,142 - 0,029x + -0,425$	0,103
	комплексная химизация	$Y = 2,832 + 0,164x + -0,444$	0,613
2011	контроль	$Y = 4,121 - 0,046x + -0,330$	0,516
	комплексная химизация	$Y = 4,175 - 0,011x + -0,194$	0,151
2012	контроль	$Y = 1,411 - 0,022x + -0,142$	0,421
	комплексная химизация	$Y = 1,526 - 0,014x + -0,130$	0,381
Среднее за три года	контроль	$Y = 2,692 - 0,021x + -0,218$	0,162
	комплексная химизация	$Y = 1,958 + 0,086x + -0,201$	0,527

Таким образом, наибольшее распространение корневой гнили отмечено на сортах Омская 38, Омская 37 и Лавруша. По группам спелости растений пшеницы поражение заболеванием можно расположить в порядке

убывания: среднепоздняя – среднеспелая – среднеранняя. Потери зерна от корневых гнилей на сортах яровой пшеницы составили от 2,6 до 27,8%.

Юшкевич Л.В. (2002), Торопова Е.Ю. и др. (2015) отмечают, что при комплексном применении средств интенсификации поражение зерновых культур корневыми гнилями возрастает на 16-29% из-за увеличения массы растительных остатков, усиливаясь от посевов пшеницы к ячменю в 1,9-2,2 раза и от отвальной к минимальной на 36-41%.

При минимальной почвозащитной системе обработки почвы заселенность почвы возбудителями корневой гнили в верхнем слое возрастает почти в 2 раза. По-видимому, данная закономерность обусловлена повышенными запасами азота и инфицированностью в паровом поле.

В целом, применение химической прополки посевов в сочетании с удобрениями, а также генотип растений оказали положительное влияние на подавление корневых инфекций на сортах яровой пшеницы. Так, сорта Боевчанка и Омская 33 имели наибольшее развитие корневой гнили, а распространение было выше у сортов Омская 38, Омская 37 и Лавруша. Меньше всего развитие заболевания отмечено на сортах Омская 36, Дуэт и Омская 37 (12,0-12,8%), распространение – у сортов Катюша, Омская 33 и Омская 35 (до 22-28%).

5.2 Листостеблевые болезни в посевах пшеницы яровой

Современная защита сельскохозяйственных растений от вредных организмов строится на интеграции селекционно-генетических, агротехнических, химических и биологических фитосанитарных мероприятий [Власенко и др., 2013].

Санин С.С. (2011) отмечает, что защита от листостебельных инфекций в период выхода в трубку – начала цветения – это наиболее ответственный в фитосанитарном отношении этап, так как болезни вегетативных органов (бурая ржавчина *Puccinia triticina*, септориоз *Septoria tritici*, мучнистая роса *Erysiphe graminis*) причиняют наибольший урон урожаю. За последние 20 лет в регионах России было отмечено 11 эпифитотий септориоза и 10 эпифитотий бурой ржавчины. При эпифитотийном развитии листостебельных инфекций потери урожая могут достигать 25-40%.

В настоящее время бурая ржавчина распространена на всей территории Западной Сибири. Причем эпифитотии в лесостепной зоне, обычно, бывают 1 раз в 3-4 года, в степной – в 5-6 лет. За последние годы наблюдается значительное распространение септориоза листьев и колоса, который часто развивается синхронно с бурой ржавчиной [Власенко, Слободчиков, 2011]. Эпифитотии септориоза за период с 2006 по 2016 гг. были отмечены раз в 3 года, частота их увеличилась в регионе в 2-2,5 раза [Торопова и др., 2016].

Оценка аэрогенных инфекций (септориоз, бурая листовая ржавчина, мучнистая роса) проведена в период вегетации растений (выход в трубку – начало цветения) на флаговом и подфлаговом листьях в вариантах контроль и комплексная химизация. Интенсивность поражения определяли по условным шкалам (процент занятой площади листа по методике ВИЗР (2008) и Чулкиной В.А. (2017)).

Развитие болезни (R, %) или степень поражения – качественный показатель проявления болезни. Распространение (P, %) или частота встречаемости – количество больных растений по отношению к общему количеству растений в варианте:

$$R = \sum (a*b) / n \quad P = 100*a / n,$$

где 100 – перевод показателя в проценты, $\sum (a*b)$ – сумма произведений количества больных растений (a) на соответствующий процент поражения (b), n – общее количество больных и здоровых растений при проведении анализа.

Состояние посевов пшеницы мягкой яровой за 2010-2019 гг. представлено таблице 13, 14, рисунке 9 и приложении Г-К.

Таблица 13 – Развитие листостеблевых инфекций (%) по группам спелости яровой мягкой пшеницы, 2010-2012 гг.

Группа спелости	Вариант химизации	Листостеблевые инфекции, %					
		септориоз		бурая ржавчина		мучнистая роса	
		флаг-лист	подфлаг-лист	флаг-лист	подфлаг-лист	флаг-лист	подфлаг-лист
Среднеранняя	контроль	4,5	9,7	1,7	9,7	8,3	15,4
	комплексная химизация	2,1	5,8	1,1	4,7	4,8	8,0
Среднеспелая	контроль	4,9	10,2	1,9	9,5	7,8	16,5
	комплексная химизация	2,2	6,4	1,2	4,5	5,1	8,8
Среднепоздняя	контроль	6,0	9,3	1,5	10,2	8,2	16,1
	комплексная химизация	2,4	5,8	1,0	5,2	5,2	8,6
Среднее по опыту	контроль	5,1	9,8	1,7	9,8	8,1	16,0
	комплексная химизация	2,2	6,0	1,1	4,8	5,0	8,4
НСР ₀₅ А (химизация)		1,0		1,9		0,8	
НСР ₀₅ В (сорт)		1,9		1,8		1,9	
НСР ₀₅ АВ		F _φ <F ₀₅		F _φ <F ₀₅		0,9	

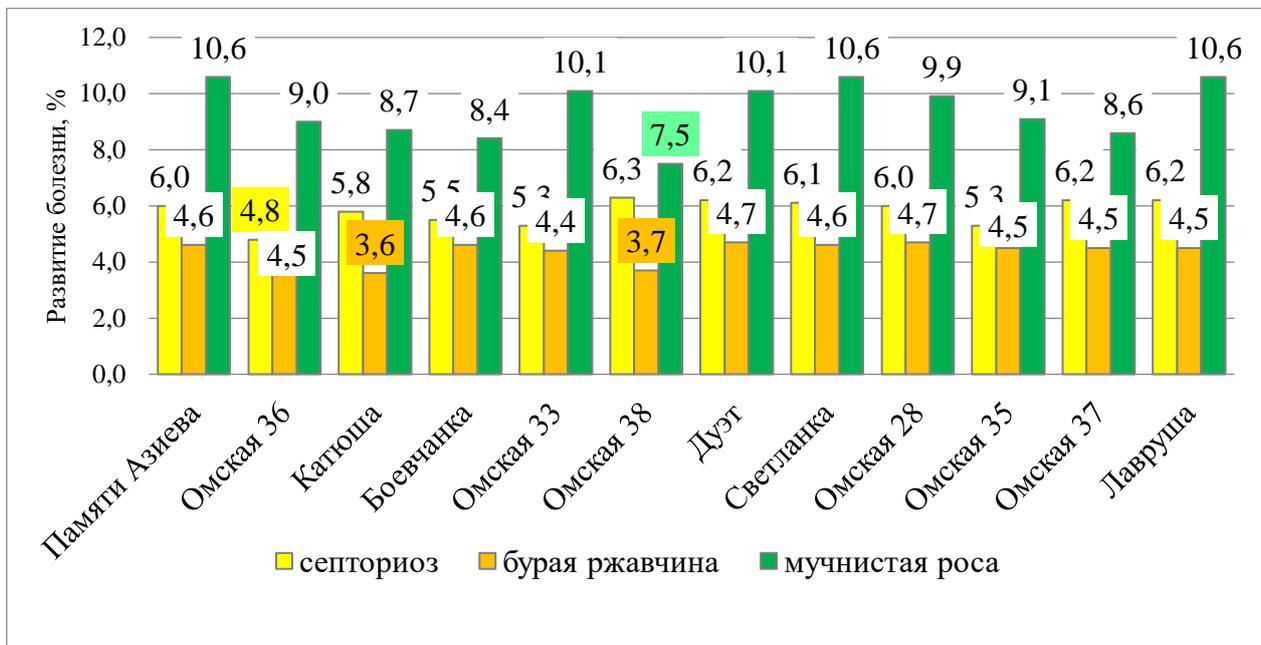


Рисунок 9 – Развитие листостеблевых инфекций (%) на сортах пшеницы мягкой яровой, 2010-2012 гг.

Так, наибольшее развитие септориоза наблюдалось в 2011 и 2012 гг. На контрольном варианте наименьшее поражение флагового листа септориозом отмечено у среднеранней группы сортов (4,5%), наибольшее – у среднепоздней (6,0%). На варианте с применением фунгицида развитие заболевания на сортах яровой мягкой пшеницы не имело существенных различий (2,1-2,4%). Наибольшее поражение септориозом отмечалось у подфлагового листа среднеспелой группы сортов (10,2%), а наименьшее – у среднепоздней (9,3%). На варианте комплексной химизации у среднеранней и среднепоздней групп сортов развитие заболевания было одинаковым (5,8%), а у среднеспелой группы повышалось до 6,4%. В среднем по опыту, на флаг-листе развитие септориоза на варианте без химизации составило 5,1%, а с применением средств защиты растений было в 2,3 раза ниже (2,2%). Наибольшая устойчивость к поражению септориозом отмечалась у сортов Омская 36 и Омская 33.

Благоприятным для развития бурой ржавчины был более влажный и прохладный 2011 вегетационный период. Развитие заболевания на верхнем ярусе листьев по группам спелости в среднем составило от 1,0 (среднепоздняя) до 1,9% (среднеспелая). На варианте применения комплексной химизации поражение растений пшеницы уменьшилось до 0,6-0,8%. Подфлаговый лист был поражен в 4-6 раз выше. В целом, развитие бурой ржавчины на варианте комплексной химизации снижалось до 4,8%. Относительно устойчивыми к заболеванию были сорта Катюша, Омская 33, Омская 38 и Лавруша.

Наименьшее развитие мучнистой росы на флаг-листе в контрольном варианте имела среднеспелая группа сортов (7,8%), наибольшее – среднеранняя (8,3%). На варианте с применением фунгицида развитие заболевания

снижалось до 4,8-5,2%. Инфицирование мучнистой росой в большей степени отмечено на подфлаговом лист у среднеспелой группы сортов (16,5%), более высокое поражение растений установлено в 2010 и 2011 годах. Наиболее устойчивыми к мучнистой росе сорта Боевчанка и Омская 38.

Развитие заболеваний на верхнем ярусе листьев растений пшеницы выявило наиболее иммунные сорта к септориозу – Омская 36 (4,8%), бурой листовой ржавчине – Катюша и Омская 36 (3,6-3,7%), к мучнистой росе – Омская 38 (7,5%). Наибольшее поражение листостеблевыми болезнями отмечено у сортов Памяти Азиева, Омская 33, Светланка, Дуэт и Лавруша.

Распространение заболеваний на сортах яровой мягкой пшеницы было различным (таблица 14). Так, на контрольном варианте распространение септориоза отмечено в большей степени у среднеранней группы сортов (59 и 73%), наименьшее – у среднепоздней (41 и 55%). Применение средств защиты растений способствовало снижению распространения заболевания на всех сортах яровой мягкой пшеницы до 24-39%.

Таблица 14 – Распространение (%) листостеблевых инфекций по группам спелости яровой мягкой пшеницы, 2010-2012 гг.

Группа спелости	Вариант химизации	Листостеблевые инфекции, %					
		септориоз		бурая ржавчина		мучнистая роса	
		флаг-лист	подфлаг-лист	флаг-лист	подфлаг-лист	флаг-лист	подфлаг-лист
Среднеранняя	контроль	59	73	21	55	32	59
	комплексная химизация	32	47	19	40	30	57
Среднеспелая	контроль	46	60	25	57	38	54
	комплексная химизация	33	51	26	35	36	55
Среднепоздняя	контроль	41	55	22	60	48	62
	комплексная химизация	26	41	20	35	34	46
Среднее по опыту	контроль	49	63	22	57	39	58
	комплексная химизация	30	46	22	37	33	52
НСР ₀₅ А (химизация)		3,2		2,9		2,8	
НСР ₀₅ В (сорт)		7,8		1,8		1,0	
НСР ₀₅ АВ		11,8		F _φ <F ₀₅		F _φ <F ₀₅	

Бурая листовая ржавчина имела распространение на всех сортах яровой пшеницы. В 2010 году заболевание было распространено только на втором ярусе листьев. Наиболее пораженным был сорт из среднеранней группы Памяти Азиева (72%). Меньше других заболевание имели сорта Светланка, Омская 35, Омская 37 и Лавруша (50-52%). Верхние листья (флаговый и подфлаговый) растений пшеницы мучнистой росой в большей степени инфицированы сорта на контрольном варианте сорта Памяти Азиева и Лавруша (58 и 90%), на варианте комплексной химизации – Дуэт (72 и 80%).

Погодные условия 2011 года во второй половине вегетации были благоприятными для распространения заболеваний. В большей степени флаговый лист, как на контрольном, так и на варианте комплексной химизации был поражен бурой ржавчиной сорт Дуэт (66%), подфлаговый – Омская 36 и Омская 35 (72 и 78%). Наибольшее распространение мучнистой росы на верхнем ярусе листьев на контрольном варианте имели сорта Боевчанка, Омская 35 и Омская 37 (64-66%), а комплексной химизации – Памяти Азиева и Омская 35 (70 и 38%).

Развитие и распространение заболеваний на верхнем ярусе листьев растений пшеницы выявило частично устойчивые сорта к септориозу – Омская 36 и Светланка (4,8 и 38%), к бурой ржавчине – Катюша (3,6 и 31%) и к мучнистой росе – Омская 38 (7,5 и 39%). Наибольшее поражение листостеблевыми болезнями имели сорта Памяти Азиева, Омская 33, Дуэт и Лавруша.

В ходе проведенных исследований установлено, что в среднеранней группе наиболее устойчивым к поражению инфекциями был сорт Катюша, в среднеспелой группе – сорт Омская 33 и в среднепоздней – сорт Омская 35.

Исследования Тороповой Е.Ю. и др. (2012) в южной лесостепи Западной Сибири свидетельствуют о том, что предшественники оказывают определенное влияние на численность конидий *Bipolaris sorokiniana* (степень влияния 55,2%) и на численность семян сорняков (степень влияния 85,9%), однако однократное введение фитосанитарных предшественников не обеспечивает оптимизации фитосанитарного состояния почвы. Приемы обработки почвы влияют на ее фитосанитарное состояние через распределение вредных организмов по слоям. При минимизации основной обработки происходит накопление вредных организмов, таких как возбудители корневых гнилей и семена сорных растений, в верхнем (0-10 см) слое почвы. При прямом посеве по стерне происходит повышенное поражение корневой гнилью растений яровой пшеницы в фазу всходов, что приводит к значительному изреживанию посевов. Усугубляется критический период

от прорастания семян до появления всходов, что предъявляет повышенные требования к технологии посева, особенно к качеству семян и созданию для них оптимального ложа.

Дальнейшие исследования по инфицированности растений пшеницы сорта Омская 36 показали, что в отдельные годы исследований развитие септориоза листьев на варианте без обработки фунгицидом составило 0,6-10,7%, а распространение достигало 100%. Наибольшее поражение верхнего яруса листьев отмечено в 2014 и 2016 гг. (30,7-48,4%), эффективность обработки препаратом против комплекса заболеваний составляла 80 и 34% (таблица 15, рисунок 10).

Таблица 15 – Развитие и распространение листостеблевых инфекций (%) на яровой мягкой пшенице сорта Омская 36

Год исследований	Вариант интенсификации	Листовые инфекции, %					
		септориоз		бурая ржавчина		мучнистая роса	
		флаг-лист	под-флаг-лист	флаг-лист	под-флаг-лист	флаг-лист	под-флаг-лист
1	2	3	4	5	6	7	8
2013	контроль	3,4/34*	3,4/40	0,8/22	8,7/94	13,8/100	8,8/100
	комплексная химизация	0,7/16	0,3/8	0,2/18	0,5/22	5,5/76	5,4/78
2014	контроль	30,7/100	33,0/100	14,2/100	24,3/100	3,8/48	1,6/26
	комплексная химизация	4,7/84	8,0/48	0,7/68	1,4/68	1,0/36	0,7/16
2015	контроль	0,6/28	2,0/16	18,6/100	23,7/100	6,3/88	7,1/86
	комплексная химизация	0,0	0,0	2,2/46	5,3/66	0,7/26	2,2/70
2016	контроль	41,4/100	48,4/100	26,2/92	16,4/84	0,6/2	0,0
	комплексная химизация	26,0/98	33,6/100	7,8/60	8,6/60	2,5/30	1,4/16
2017	контроль	2,3/62	4,6/92	3,7/52	4,8/66	0,7/44	1,7/54
	комплексная химизация	0,7/42	2,7/60	0,0	1,8/44	0,9/44	0,5/14
2018	контроль	22,3/100	26,4/100	33,7/100	34,8/100	5,7/100	4,7/100
	комплексная химизация	10,7/100	12,7/100	28,8/100	21,8/100	0,9/100	0,5/100

1	2	3	4	5	6	7	8
2019	контроль	8,8/80	18,2/99	17,6/78	35,2/96	2,0/50	4,8/38
	комплексная химизация	0,2/7	0,2/17	0,5/8	0,5/12	0,5/10	0,5/10
Среднее по годам	контроль	15,6/70	19,4/78	16,4/77	21,1/91	4,7/59	4,1/58
	комплексная химизация	6,1/55	8,2/48	5,7/47	5,7/53	1,7/48	1,6/43
НСР ₀₅ А (годы)		F _φ < F ₀₅ /10,0		6,9/13,8		2,3/18,3	
НСР ₀₅ В (химизация)		8,5/8,1		5,0/14,0		1,6/9,5	

**примечание: числитель – развитие, знаменатель – распространение*

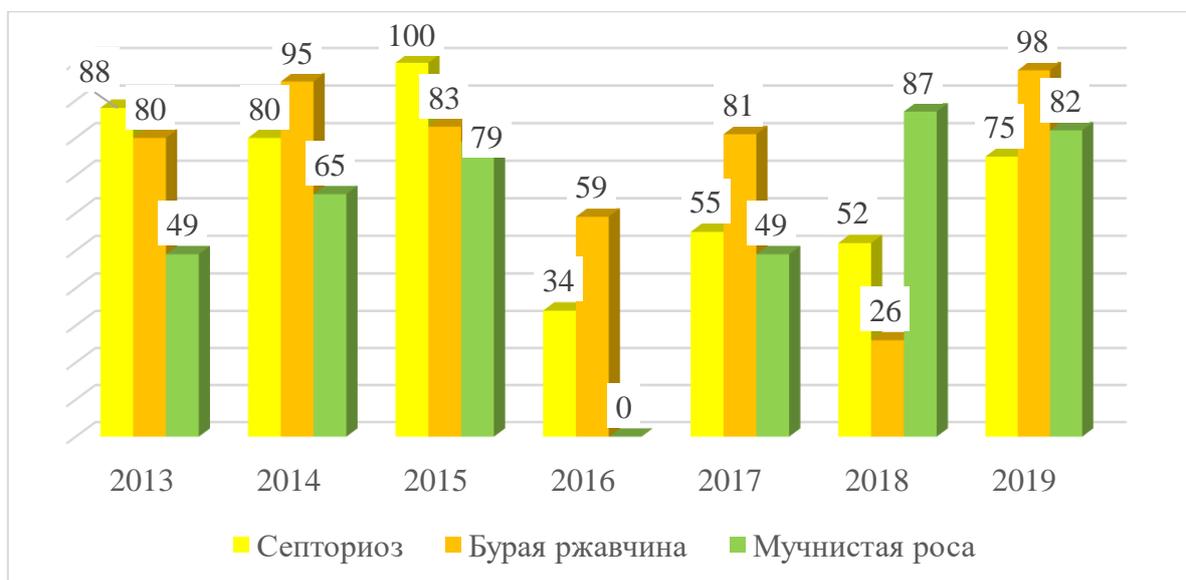


Рисунок 10 – Биологическая эффективность (%) обработки фунгицидом против комплекса инфекций, 2013-2019 гг.

Развитие бурой ржавчины в среднем в изучаемые годы на контрольном варианте достигало 0,8-8,7%. Наибольшее поражение листового аппарата выявлено в 2014-2019 гг. (14,2-35,2% – развитие и 78-100% – распространение). Эффективность обработки посевов фунгицидом составила 59-98%.

Развитие мучнистой росы на яровой пшенице в период с 2014 по 2019 гг. отмечено на уровне 0,4-3,7%, а распространение инфекции изменялось в широком диапазоне от 2 до 100%. В 2013 г. наблюдалось наибольшее поражение растений заболеванием флагового листа (13,8%), подфлагового – в 1,6 раза ниже при распространении инфекции до 100% на верхнем ярусе листьев. Обработка посевов лечущим препаратом показала биологическую эффективность до 49-87%.

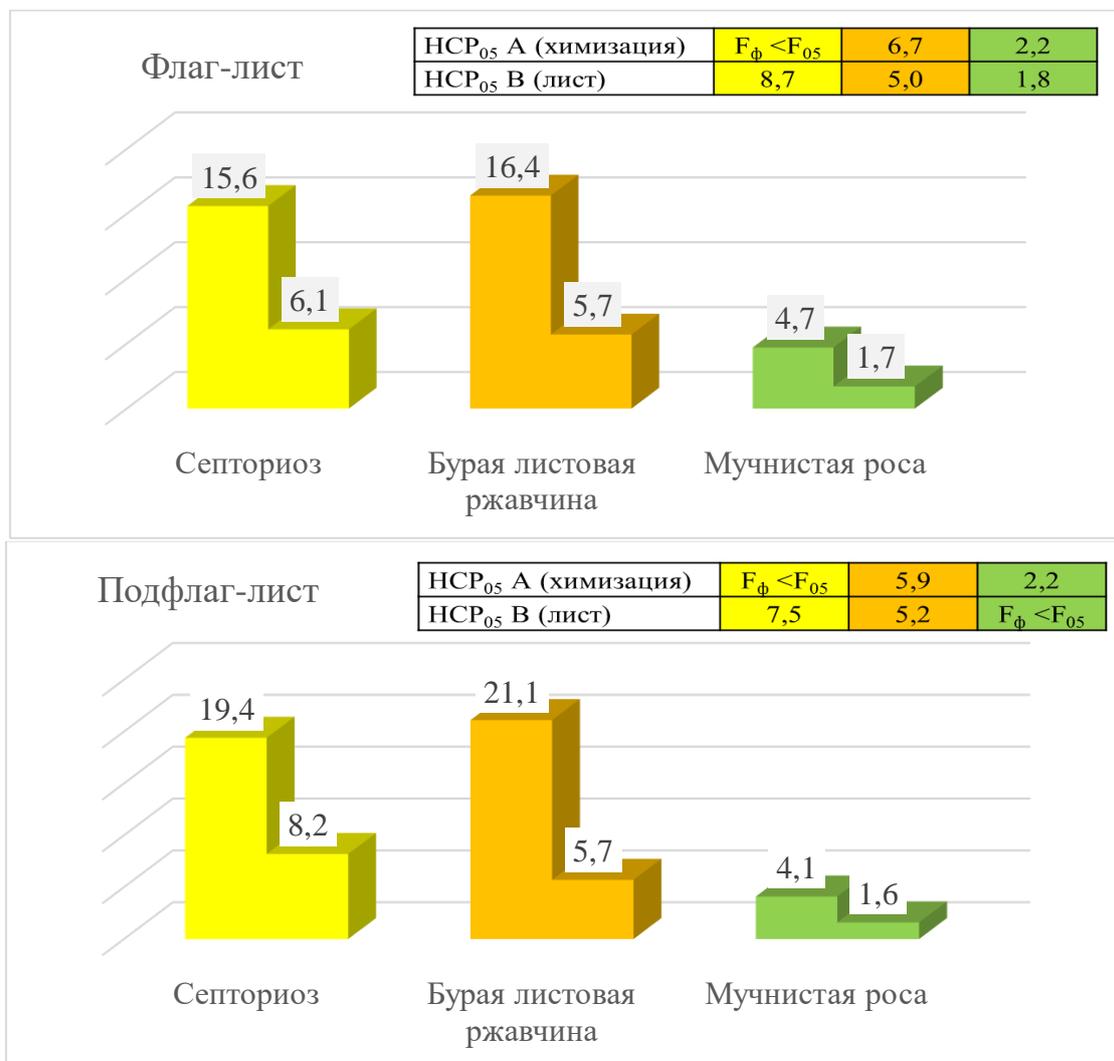


Рисунок 11 – Развитие листостеблевых болезней на верхнем ярусе листьев яровой пшеницы, 2013-2019 гг.

На рисунке 11 представлена степень заболевания верхнего яруса листьев в зависимости от применения средств интенсификации. При обследовании опытных делянок установлено, что септориоз, бурая листовая ржавчина и мучнистая роса на контрольном варианте имели наибольшее развитие (4,1-21,1%). Комплексная химизация (фунгицидная обработка посевов) почти в 3 раза подавила развитие болезней как на флаговом (2,6-2,9 раза), так подфлаговом (2,4-3,7 раза) листьях.

Таким образом, применение фунгицидной обработки посевов по первым признакам заболевания позволило существенно снизить развитие инфекции на верхнем ярусе листьев сортов яровой пшеницы. На фоне комплексной химизации снижение поражения септориозом составило в среднем с 5,1 до 2,2% (в 2,3 раза), бурой листовой ржавчиной – с 1,7 до 1,1% и мучнистой росой – с 8,1 до 5% (в 1,6 раза), что оказало положительное влияние на продуктивность и качество зерна сортов пшеницы мягкой яровой. Биологическая эффективность обработки посевов фунгицидом в 2010-2019 гг. составила в среднем 49-88%. В засушливых условиях 2010, 2012,

2014 и 2017 гг. и влажных 2011, 2013, 2015, 2016, 2018 и 2019 гг. установлена специфичность реакции сортов пшеницы мягкой яровой на развитие листостеблевых болезней и их снижение при применении лечащих препаратов.

Выявлено, что развитие листостеблевых болезней на яровой мягкой пшенице во многом определяется гидротермическими условиями вегетации культуры, применения защитных мероприятий и имеет сортовую специфику.

5.3 Засоренность посевов

В Западной Сибири обнаружено около 300 видов сорных растений, из которых основное ядро состоит из обычных видов северной части Евразийского континента (пырей ползучий, бодяки, осоты, вьюнок полевой, жабрей, сурепки и многие другие) [Холмов, Юшкевич, 2006]. В последние годы засоренность полей на территории лесостепи Западной Сибири при минимизации зяблевой обработки почвы заметно возросла. Происходит смена доминирующих сорняков, то есть на смену одних видов, вытесненных в результате хозяйственной деятельности человека, пришли другие. Особенно возросло количество мелкосеменных однодольных и двудольных сорняков, устойчивых к 2,4-Д [Синещеков и др., 2006].

Произрастая в агрофитоценозах с культурами, сорняки снижают их продуктивность, затрудняют уборку и подработку урожая, ухудшают его качество. Обладая развитой корневой системой и быстрым ростом надземных органов, сорняки конкурируют с культурой в потреблении основных элементов питания. Так, по данным опытов СибНИИСХ, выполненных с помощью меченых атомов, сорняки в 2,75 раза быстрее, чем культура, усваивали фосфор из вновь вносимых удобрений. Многолетние широколиственные сорняки при численности в 100-200 шт./м² за вегетацию способны усвоить с 1 га 60-140 кг азота, 20-30 кг фосфора и 100-140 кг калия, а это вполне достаточно для формирования урожая пшеницы около 3,0 т/га [Земледелие..., 2003].

Сорные растения в агрофитоценозах конкурируют с культурными за влагу, свет и элементы питания. Фактические потери зерна от сорняков определяются на первой пшенице после пара до 10% и возрастают до 30-35% к концу ротации севооборота [Милащенко, 1968; Сорняки..., 1977].

При благоприятных условиях через две недели после появления всходов яровая пшеница начинает куститься, но способность к кущению у нее развита слабее, чем у других яровых зерновых культур. Вследствие этого она не образует густого травянистого покрова, затеняющего почву, и поэтому на ее посевах интенсивно развивается сорная растительность.

Определение засоренности посевов пшеницы яровой проведено количественно-весовым методом по методике НИИСХ Юго-Востока (1969) в фазу налива зерна (конец июля – начало августа) в двух несмежных повторениях при помощи учетных рамок (0,25 м²) – в период максимального развития биологической массы сорняков. Подсчитывают число стеблей сорных растений каждого вида и их сырую массу (в т.ч. снопа без сорняков), которые сразу взвешивают в поле.

В таблице 16, рисунке 12 и приложении Л-М представлены данные по наличию сорного компонента в посевах сортов яровой пшеницы.

Таблица 16 – Доля сорной растительности в посевах яровой пшеницы (%) в зависимости от сорта и применения средств интенсификации, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации				Среднее
	контроль	гербициды	гербициды, удобрения	комплексная химизация	
Среднеранняя группа					
Памяти Азиева	18,0	9,2	9,5	10,7	11,9
Омская 36	15,3	5,3	6,9	7,1	8,7
Катюша	18,4	5,0	5,8	6,4	8,9
Боевчанка	8,7	4,6	4,6	6,6	6,1
<i>Среднее</i>	15,5	6,0	6,7	7,6	9,0
Среднеспелая группа					
Омская 33	14,2	3,5	5,6	9,6	8,2
Омская 38	19,8	4,9	5,5	8,0	9,6
Дуэт	15,5	4,1	9,8	12,1	10,4
Светланка	13,8	2,4	4,4	5,0	6,4
<i>Среднее</i>	15,6	3,7	6,2	8,5	8,5
Среднепоздняя группа					
Омская 28	18,5	8,0	6,2	9,9	10,7
Омская 35	10,4	4,3	3,8	5,7	6,1
Омская 37	16,2	6,6	7,0	5,9	8,9
Лавруша	23,5	7,9	12,9	6,6	12,7
<i>Среднее</i>	17,2	6,6	7,2	7,7	9,5
Среднее по фону	16,1	5,5	6,7	9,1	9,0
НСР ₀₅ = 1,5%					

Наблюдения показали, что в контроле наиболее засоренным посевом сорта является Лавруша (23,5%), наименьшим по засоренности – Боевчанка (8,7%). На фоне гербицидов наиболее засоренный посев отмечался у сорта Памяти Азиева (9,2%), менее засоренным был сорт Светланка (2,4%). В вариантах применения гербицидов и удобрений наиболее засоренный

посев был у сорта Лавруша (12,9%), а менее засоренный – на Омской 35 (3,8%). На фоне гербициды, удобрения и фунгициды самыми засоренным были посевы сорта Дуэт (12,1%), менее засоренными – у Светланки (5%), что во многом определяется кущением, плотностью стеблестоя, питанием и затененностью стеблестоя агрофитоценоза пшеницы яровой.

В среднем за годы исследований более засоренными были посевы среднепоздней группы (9,5%), из них посевы сортов Омская 35 (6,1%) и Омская 37 (8,9%) имели наименьшую засоренность. У среднеранней и среднеспелой группы сортов посевы были засорены до 5,3-10,0% от биомассы агрофитоценоза в сравнении со среднепоздней.

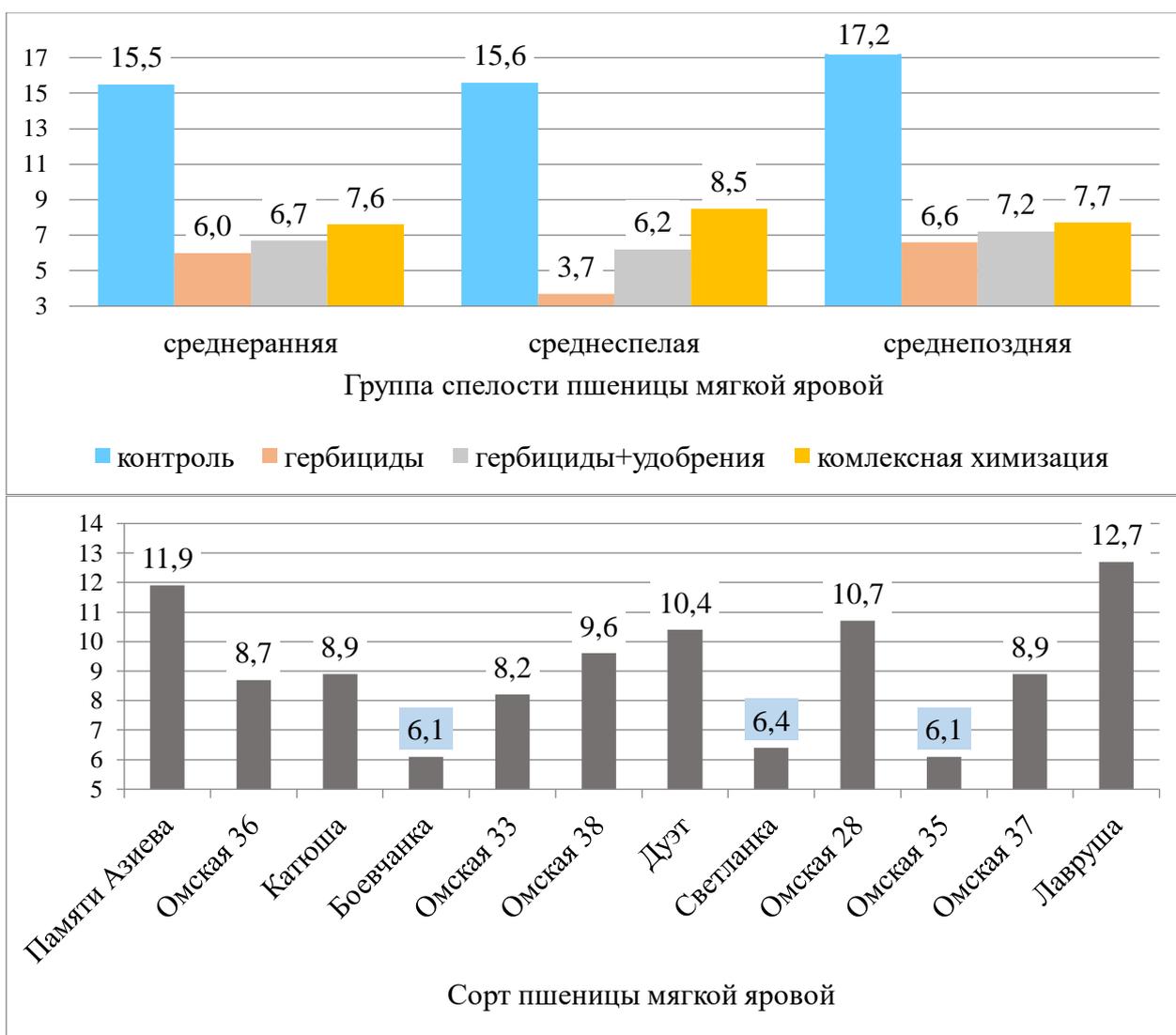


Рисунок 12 – Засоренность (%) посевов сортов пшеницы мягкой яровой, 2010-2012 гг.

Засоренность агрофитоценоза сортов пшеницы яровой, различающегося по группам спелости, на контрольном варианте была наибольшей (15,5; 15,6; 17,2%). Обработка посевов гербицида снизила наличие сорных растений до слабой степени (6,0; 3,7; 6,6%), а применение удобрений и фунги-

цидов имела тенденцию к повышению до 7,6; 8,5 и 7,7%, оставаясь в градации слабой степени. Менее засоренными были посевы сортов Боевчанки, Светланки и Омской 35 (6,1-6,4%).

Таким образом, на варианте без применения средств интенсификации засоренность агрофитоценоза посевов изучаемых сортов была наибольшей и изменялась от слабой до средней степени (в среднем 16,1% от биомассы). Применение гербицидной прополки посевов яровой пшеницы способствовало снижению засоренности посевов в среднем с 16,1 до 5,5% (в 2,9 раза) до слабой степени без существенных различий между сортовыми посевами яровой пшеницы. При применении удобрений и фунгицидной обработки посевов засоренность агрофитоценозов сортов яровой пшеницы имела тенденцию к повышению с 5,5 до 6,7-9,1% оставаясь в градации слабой степени. Более высокая засоренность агрофитоценоза отмечалась на посевах сортов Памяти Азиева, Дуэт, Омская 28 и Лавруша.

Во все годы исследований на опытных делянках сортов яровой пшеницы часто встречались следующие сорные растения: осот желтый (*Sonchus arvensis*) и розовый (*Cirsium arvense*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), просо куриное (*Echinochloa crusgalli* (L.) Pal. Beauv.) и сорнополевое (*Panicum miliaceum* subsp. *runderale* (Kitag.) Tzvel.), гречиха татарская (*Fagopirum tataricum* (L.) Gaerth), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.).

Семена сорных растений прорастают во всем пахотном слое, но всходы образуют только те семена, которые расположены в верхнем горизонте почвы (до 8-10 см). В результате происходит ее самоочищение [Милащенко, 1968]. Многие авторы утверждают, что химический метод борьбы с сорными растениями является наиболее эффективным [Синещев и др., 2006; Храмов, Юшкевич, 2013].

Видовое разнообразие сорняков, отличающихся различными жизненными циклами и биологическими особенностями, а также исключительной приспособляемостью к среде обитания, приводит к пониманию, что в борьбе с засоренностью полей нельзя добиться успеха одним каким-то методом или средством [Холмов, Юшкевич, 2006].

Установлено, что из видового состава сорных растений в посевах сортов яровой пшеницы преобладала группа мятликовых на всех агрофонах химизации от 12,2 % на контроле до 4,2% на варианте с применением гербицидов (рисунок 13). Двудольные и корнеотпрысковые сорные растения имели наименьший видовой состав: 2,6-2,7% - без химизации и 0,6-1,3% - с применением средств защиты растений).

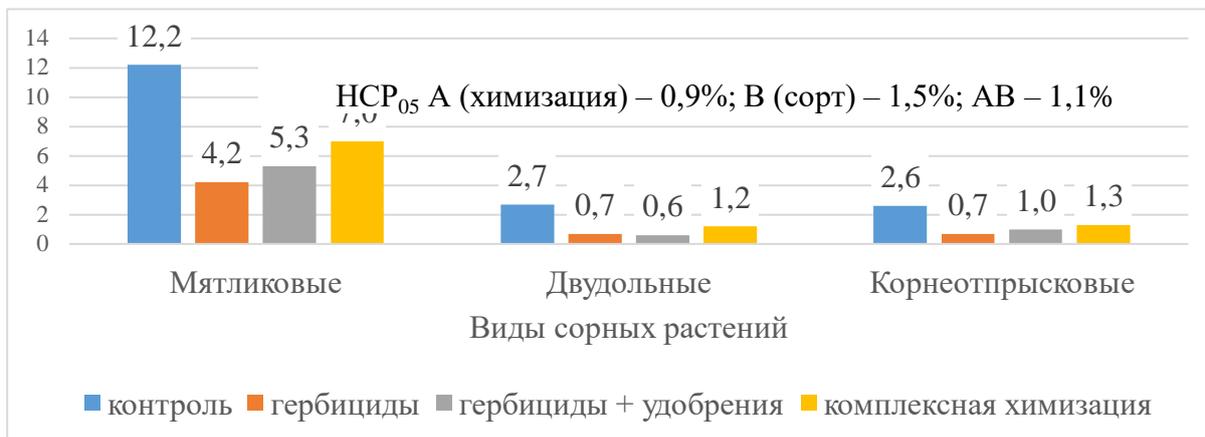


Рисунок 13 – Удельный вес (%) сорных растений по видам в посевах сортов пшеницы мягкой яровой, 2010-2012 гг.

Исследования показали, что численность и видовой состав сорных растений по группам в агрофитоценозе сортов яровой пшеницы в значительной степени зависят от применения средств интенсификации. В целом, менее засоренный агрофитоценоз отмечался в посевах сортов Боевчанки и Омской 35, имеющих число продуктивных стеблей до 300-309 шт./м².

ГЛАВА 6 ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ

Урожайность зерновых культур – величина интегральная и во многом определяется сортом, его отзывчивостью на средства интенсификации, адаптивностью к внешней среде. Получение высоких и устойчивых урожаев возможно лишь при соблюдении целого комплекса агротехнических мероприятий, основу которых составляют зональные севообороты, система обработки почвы, применение минеральных удобрений и средств защиты растений [Ершов, 2001; Юшкевич, 2002].

Площадь посевов пшеницы в Российской Федерации в 2000-2013 гг. составляла от 22,2 до 28,7 млн га (3-е место в мире после Индии и Китая). Валовой сбор культуры достигает более 45 млн т при средней относительно невысокой урожайности зерна у пшеницы озимой 2,20 т/га и 1,41 т/га – яровой [Белан и др., 2015]. В 2022 году площадь посева пшеницы в РФ возросла почти до 30 млн га [Interfax.ru].

Омский регион в Сибирском Федеральном округе располагает богатым и разнообразным генофондом сортов сельскохозяйственных культур [Поползухин, Василевский, 2014]. В структуре посевов зерновых культур в Омской области доля яровой мягкой пшеницы высокая и составляет 71-78%. Основные посевные площади (75%) сконцентрированы в засушливой лесостепной и степной агроландшафтах. При средней урожайности 1,37 т/га валовые сборы зерна достигают 3 млн т и более. На долю сортов сильной пшеницы приходится более половины сортимента [Белан и др., 2015]. По данным Омского Минсельхоза в 2022 году посев яровых зерновых и зернобобовых проведен на площади 1,9 млн га (на 11 тыс. га больше уровня 2021 г.). Площадь под посевами пшеницы яровой составила 1,39 млн га, в т.ч. в южной лесостепи – 393,8 тыс. га. В Омском Прииртышье получена урожайность зерна пшеницы яровой в 2022 году 1,49 т/га, в том числе южная лесостепь – 1,87 т/га [zerno.ru].

Одной из задач сельского хозяйства является увеличение производства качественного зерна – наиболее питательного и ценного в технологическом отношении. Качество зерна – фактор интенсификации зернового производства является интегрирующим показателем взаимодействия генотипа сорта, природно-климатических особенностей, агротехнических и организационно-экономических условий возделывания пшеницы [Колмаков, 2007]. Сибирская пшеница благодаря почвенно-климатическим особенностям региона отличается высокими технологическими свойствами. В Омской области заготовка сильного зерна культуры в 80-е гг. XX в. достигала

около 370 тыс. т, с конца восьмидесятых до 1990 г. – 220 тыс. т, а с начала 90-х гг. сократилась в 6 раз (65 тыс. т). В последние 20 лет такое зерно практически отсутствовало. В 2017–2019 гг. в области заготовка пшеницы 4-го и 5-го класса достигала 62,7 %, а 3-го класса – только 37,3 %. Зерна 1-го и 2-го класса не выявлено. Использование научно обоснованных приемов технологии возделывания позволяет проявить сортовые преимущества сельскохозяйственных культур, улучшить хозяйственно-ценные признаки зерна [Юшкевич, Пахотина, 2021].

6.1 Особенности формирования посевов и структура урожая

На дружность появления и полноту всходов пшеницы яровой влияют температура и влажность почвы, глубина заделки и биологические свойства семян [Ершов, 2001]. Яровизация мягких пшениц проходит в течение 5-8 суток при температуре 9-12⁰С. Длина световой стадии растений колеблется от 5 до 20 суток в зависимости от биотипа сортов. В этот период пшенице необходимы повышенные температуры воздуха до 15-25⁰С. Прорастание семян культуры возможно уже при 1-2⁰С тепла, а появление жизнеспособных всходов – при 4-5⁰С. Однако при такой температуре процессы прорастания и появления всходов яровой пшеницы протекают медленно. Наибольшую устойчивость к низким температурам культура проявляет в ранние фазы развития. Сорта с длинной стадией яровизации меньше страдают от весенних заморозков. Кущение яровой пшеницы продуктивно проходит при температуре воздуха 10-12⁰С. В период колошения и молочной спелости зерна наиболее благоприятная температура 16-23⁰С [Кулешов, 1947; Растениеводство, 1970].

В агрофитоценозах каждое растение конкурирует с соседним за элементы питания, свет и влагу. Увеличение нормы высева и плотности стеблестоя агроценоза усиливает взаимодействие растений друг на друга (снижение продуктивной кустистости и озерненности колосьев). В загущенных посевах наблюдается преобладание роста вегетативных органов растений. При высоких нормах высева ухудшается освещенность посевов, в результате снижается их фотосинтетическая активность.

В нашем опыте густота стояния растений оказала заметное влияние на формирование структуры урожая (таблица 17). Отмечается, что в разреженных посевах создаются более благоприятные условия для нормального развития не только главного, но и боковых стеблей, не уступающих по высоте и зерновой продуктивности.

Исследования показали, что применение удобрений перед посевом положительно повлияло на развитие растений яровой пшеницы. Так, у сортов Памяти Азиева, Омская 36, Боевчанка и Светланка внесение удобрений

увеличило густоту всходов на 100-125 шт./м² или 39-50%. Наименьшая разница с контролем отмечена у сорта Омская 37 – на 33 шт./м² или 14,1%.

Таблица 17 – Качественные показатели растений пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Показатели								
	Густота всходов, шт./м ²			Полевая всхожесть, %			Масса 1000 зерен, г		
	к*	к/х**	ср***	к	к/х	ср	к	к/х	ср
Среднеранняя группа спелости									
Памяти Азиева	224	324	274	45,0	64,8	55,0	34,8	34,8	34,8
Омская 36	228	330	279	45,8	62,7	54,3	38,3	38,5	38,4
Катюша	257	343	300	51,3	61,9	56,6	34,6	36,1	35,4
Боевчанка	250	375	313	50,0	69,7	60,0	32,3	34,5	33,4
Среднее	240	343	292	48,0	64,8	56,4	35,0	36,0	35,5
Среднеспелая группа спелости									
Омская 33	252	332	292	50,3	59,9	55,1	34,9	37,7	36,3
Омская 38	224	313	269	44,8	56,0	50,4	36,4	37,1	36,8
Дуэт	258	338	298	51,5	60,9	56,2	34,9	35,9	35,4
Светланка	261	363	312	52,3	65,9	59,1	36,1	36,8	36,5
Среднее	249	337	293	49,7	60,7	55,2	35,6	36,9	36,3
Среднепоздняя группа спелости									
Омская 28	260	313	287	52,1	62,6	57,4	32,6	34,5	33,6
Омская 35	239	293	266	47,7	58,7	53,2	38,5	37,1	37,8
Омская 37	234	267	251	46,9	53,4	50,2	33,5	35,2	34,4
Лавруша	215	266	241	43,0	53,2	48,1	35,5	35,3	35,4
Среднее	237	285	261	47,4	57,0	52,2	35,0	35,5	35,3
Среднее по годам	242	321	282	48,4	60,8	54,6	35,2	36,1	35,7
НСР ₀₅ А	19,0			F _φ <F ₀₅			1,0		
НСР ₀₅ В	46,6			7,7			0,6		
НСР ₀₅ АВ	F _φ <F ₀₅			F _φ <F ₀₅			1,87		

Примечание: *к – контроль, **к/х – комплексная химизация; ***ср – среднее по химизации

Анализ результатов учета густоты всходов у сортов мягкой пшеницы выявил, что при норме посева 5,0 млн шт./га на одном квадратном метре насчитывалось на контроле среднеранней группы в среднем 240 шт./м², среднеспелой – 249 и у среднепоздней – 237 растений. На варианте с комплексной химизацией отмечалось увеличение густоты стояния культуры у среднеранней группы до 343 шт./м², что на 103 растения (43%) выше контроля, у среднеспелой группы 337 растений, что на 88 шт./м² (35%) и среднепоздней – 285 растений – на 48 шт./м² (20%) больше варианта без внесения удобрений.

На контрольном варианте густота всходов у сортов Боевчанка, Омская 35 и Лавруша была наименьшей (208-233 шт./м²) или на 56 растений (24-27%) больше, чем у сортов Омская 33, Омская 28 и Омская 37.

На варианте с применением комплексной химизации наименьшая густота всходов отмечалась у сортов Омская 35 и Лавруша (238-259 шт./м²). По отношению к контролю прибавка составила: 50,5 растений/м² (24,3%) у сорта Омская 35 и 13 растений/м² (5,8%) у сорта Лавруша.

За годы исследований наибольшая густота растений отмечалась во влажном 2011 году. Прибавка составила по отношению к контролю 140 растений/м² (40%). Наименьшее количество растений наблюдалось в засушливом с дефицитом влаги 2012 году. По отношению к контролю в этом году прибавка составила только 40 растений/м² или 32%.

Полевая всхожесть – комплексный показатель, который зависит от качества семенного материала и экологических условий выращивания культуры в период посев-всходы. С внесением удобрений перед посевом наибольшая полевая всхожесть отмечена у сортов Боевчанка, Светланка и Омская 28 (62,6-69,7%). На контрольном варианте (без химизации) данный показатель был ниже на 10,5-18,4%.

Масса 1000 зерен характеризует непосредственно его крупность и выполненность, следовательно, данный показатель косвенно характеризует мукомольные свойства. Зерно с большей массой позволяет получить наибольший выход муки более высокого качества. Показатели крупности в годы исследований относительно контроля (без химизации) имели некоторые различия. Так, внесение удобрения перед посевом и обработка посевов в период вегетации культуры гербицидами и фунгицидом способствовало повышению массы 1000 зерен практически у всех сортов до 2,8 г (8,0%) за исключением Омской 35 и Лавруши, которые снизили массу зерна на 0,2-1,4 г (0,6-3,6%) в сравнении с контролем.

Немаловажный, хотя и не стандартизованный показатель, – масса 1000 зерен, дающий представление об урожайных свойствах сорта и его крупности [Скрябин, Сухарева, 2009] показал, что в среднем по годам исследований наиболее крупное зерно отмечено у сортов Омская 36, Омская 33, Омская 38 и Омская 35 (36,1-38,8 г).

По результатам корреляционного анализа установлено, что существует положительная связь между урожайностью зерна и массой 1000 зерен $r = 0,746$, а также по вариантам химизации ($r = 0,865-0,947$) и по годам: $r = 0,552$ (2010 г.), $0,656$ (2011 г.) и $0,330$ (2012 г.).

Таким образом, применение фосфорных удобрений при посеве яровой мягкой пшеницы по пару способствовало повышению густоты всходов культуры в среднем с 242 до 322 растений/м² или на 33%, особенно у сор-

тов Памяти Азиева, Омская 36, Боевчанка и Светланка – на 39-50% в сравнении с контрольным вариантом. Биологические особенности сортов (устойчивость к засухе и листовым болезням) сыграли положительную роль при полевой всхожести и формировании массы 1000 зерен в различных погодных условиях 2010-2012 гг.

В силу особенностей гидротермических условий в Западной Сибири существует проблема получения полноценных всходов зерновых культур, которая обусловлена следующими причинами: более длительный период от посева до всходов, чем в западных регионах страны, неравномерность и растянутость периода появления всходов, инфицированность семян, невысокая полевая всхожесть.

Потенциал урожайности зерновых культур зависит в первую очередь от густоты всходов на единицу площади, которая характеризуется показателем полевой всхожести и количества продуктивных стеблей [Холмов, Юшкевич, 2006]. Оценивая значение сортовых особенностей, защитных мероприятий в условиях вегетационного периода на продукционный процесс пшеницы Власенко Н.Г., Слободчиков А.А. (2009) установили, что данные факторы по-разному влияют на основные элементы структуры урожая сортов пшеницы.

Высота растений среднеранней группы спелости сортов яровой мягкой пшеницы на контроле (без химизации) имела наибольшее значение (87 см) в сравнении с другими вариантами (таблица 18). Отмечено незначительное снижение высоты растения на 3 см или 3,6% на фонах с применением гербицидов, гербицидов и удобрений и на 7 см (8,8%) на варианте комплексной химизации при внесении удобрений и средств защиты в период вегетации культуры.

Таблица 18 – Элементы структуры урожая среднеранней группы сортов яровой мягкой пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Элемент структуры					
	высота растения, см	продуктивные стебли, шт./м ²	продуктивная кустистость	количество зерен в колосе, шт.	масса зерна в колосе, г	отношение зерна к соломе
1	2	3	4	5	6	7
Контроль (без химизации)						
Памяти Азиева	83	253	1,52	28,6	1,1	1 : 1,1
Омская 36	89	262	1,71	27,9	1,2	1 : 1,1
Катюша	89	262	1,77	29,0	1,1	1 : 1,1
Боевчанка	86	256	1,52	29,7	1,1	1 : 1,0
<i>Среднее</i>	87	258	1,63	28,8	1,1	1 : 1,1

1	2	3	4	5	6	7
Гербициды						
Памяти Азиева	82	256	1,50	31,4	1,0	1 : 1,0
Омская 36	86	288	1,91	30,1	1,2	1 : 1,0
Катюша	89	328	2,00	31,6	1,0	1 : 0,9
Боевчанка	80	293	1,44	31,3	1,0	1 : 1,2
<i>Среднее</i>	<i>84</i>	<i>291</i>	<i>1,71</i>	<i>31,1</i>	<i>1,1</i>	<i>1 : 1,0</i>
Гербициды + Удобрения						
Памяти Азиева	83	261	1,50	30,5	1,0	1 : 0,8
Омская 36	84	292	1,79	28,7	1,2	1 : 0,8
Катюша	83	323	1,89	27,9	1,0	1 : 0,7
Боевчанка	85	309	1,80	30,6	1,0	1 : 1,0
<i>Среднее</i>	<i>84</i>	<i>296</i>	<i>1,75</i>	<i>29,4</i>	<i>1,1</i>	<i>1 : 0,8</i>
Комплексная химизация						
Памяти Азиева	81	260	1,69	30,9	1,0	1 : 1,0
Омская 36	81	280	1,91	28,4	1,2	1 : 0,9
Катюша	81	272	2,00	31,6	1,0	1 : 0,7
Боевчанка	79	278	1,74	31,1	1,1	1 : 0,8
<i>Среднее</i>	<i>80</i>	<i>273</i>	<i>1,84</i>	<i>30,5</i>	<i>1,1</i>	<i>1 : 0,9</i>
<i>Среднее по вариантам химизации</i>	<i>84</i>	<i>280</i>	<i>1,73</i>	<i>30,0</i>	<i>1,1</i>	<i>1 : 1,0</i>
<i>НСР₀₅</i>	<i>35</i>	<i>71</i>	<i>0,65</i>	<i>0,82</i>	<i>0,10</i>	

Наибольшее количество продуктивных стеблей сортов пшеницы яровой отмечено на удобренном варианте с гербицидами (296 шт./м²), а применение комплексной химизации способствовало повышению продуктивного стеблестоя на 13% по отношению к контролю. Химическая прополка посевов позволила увеличить количество зерен в колосе на 2,3 шт. (8%), гербициды и удобрения – на 0,6 шт. (2,1%), а дополнительное применение фунгицидов – на 1,7 шт. (6%). Стабильно высокую массу зерна в колосе (1,2 г) имел сорт Омская 36 на всех изучаемых вариантах химизации. Отношение зерна к соломе в среднем по среднераннему биотипу составляло 1:1.

Результаты анализа образцов среднеспелой группы сортов показывают, что высота растений снижается вследствие применения комплексной химизации относительно контрольного варианта на 2 и 6 см (2,4 и 7,5%) (таблица 19).

Наибольшее количество продуктивных стеблей отмечено на варианте с применением гербицидов (286 шт./м²), высокая изреженность (на 14 и 20

стеблей или 5,1 и 7,5%) складывалась на вариантах применения гербицидов и удобрений и комплексной химизации. Сорт Омская 38 на всех изучаемых вариантах стабильно имел наибольшее количество зерен в колосе (34,0-40,4 шт.), а сорта Дуэт и Светланка наименьшее – 27,7-31,6 шт. (23-28%). Масса зерна в колосе была наибольшей у сорта Омская 38 на всех вариантах химизации (1,2-1,5 г), у остальных сортов показатель меньше на 0,1-0,4 г (8-27%).

Применение удобрений и средств защиты растений и способствовало увеличению основных элементов структуры урожая у сортов среднеспелой группы на 19-39 продуктивных стеблей (8-16%), продуктивной кустистости на 6-12% и 1,6-3,2 шт. (5-11%) озерненность колоса.

Таблица 19 – Элементы структуры урожая среднеспелой группы сортов яровой пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Элемент структуры					
	высота растения, см	продуктивные стебли, шт./м ²	продуктивная кустистость	количество зерен в колосе, шт.	масса зерна в колосе, г	отношение зерна к соломе
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Контроль (без химизации)						
Омская 33	89	264	1,57	30,2	1,1	1 : 1,0
Омская 38	86	208	1,51	34,0	1,3	1 : 1,6
Дуэт	82	288	1,59	29,1	1,0	1 : 1,5
Светланка	86	229	1,58	27,7	1,1	1 : 1,3
<i>Среднее</i>	<i>86</i>	<i>247</i>	<i>1,56</i>	<i>30,3</i>	<i>1,1</i>	<i>1 : 1,4</i>
Гербициды						
Омская 33	84	311	1,83	31,2	1,2	1 : 1,0
Омская 38	85	246	1,47	40,4	1,5	1 : 1,1
Дуэт	80	304	1,73	31,9	1,2	1 : 0,9
Светланка	89	282	1,57	30,4	1,2	1 : 0,9
<i>Среднее</i>	<i>84</i>	<i>286</i>	<i>1,65</i>	<i>33,5</i>	<i>1,3</i>	<i>1 : 1,0</i>
Гербициды + Удобрения						
Омская 33	89	285	1,74	30,6	1,2	1 : 0,8
Омская 38	84	229	1,46	36,8	1,2	1 : 1,1
Дуэт	83	293	1,91	30,5	1,1	1 : 0,8
Светланка	89	282	1,76	29,8	1,2	1 : 0,8
<i>Среднее</i>	<i>86</i>	<i>272</i>	<i>1,72</i>	<i>31,9</i>	<i>1,2</i>	<i>1 : 0,9</i>
Комплексная химизация						
Омская 33	84	292	1,59	31,7	1,2	1 : 0,8
Омская 38	80	232	1,70	36,4	1,4	1 : 0,8
Дуэт	74	283	2,06	30,9	1,1	1 : 0,6
Светланка	83	257	1,64	31,6	1,2	1 : 0,7

1	2	3	4	5	6	7
Среднее	80	266	1,75	32,7	1,2	1 : 0,7
Среднее по вариантам химизации	84	268	1,67	32,1	1,2	1 : 1,0
НСР ₀₅	38	69	0,25	0,71	0,1	

В таблице 20 представлены элементы структуры урожая среднепоздней группы сортов пшеницы мягкой яровой. Выявлено, что высота растения среднепоздней группы спелости пшеницы особых различий не имела по отношению к контрольному варианту (80-85 см). Продуктивные стебли имели тенденцию увеличения на 29-57 шт./м² (25-55%) при применении средств комплексной интенсификации. Сорт Лавруша занимал лидирующие позиции по количеству зерен (33,8-37,4 шт./колос) и массы зерна в колосе (1,2-1,4 г) на вариантах химизации по отношению к сортам Омская 35, Омская 37 (29,8-31,3 шт./колос) и Омская 28 (1,1 г).

Таблица 20 – Элементы структуры урожая среднепоздней группы сортов яровой мягкой пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Элемент структуры					
	высота растения, см	продуктивные стебли, шт./м ²	продуктивная кустистость	количество зерен в колосе, шт.	масса зерна в колосе, г	отношение зерна к соломе
1	2	3	4	5	6	7
Контроль (без химизации)						
Омская 28	90	215	1,75	31,1	1,1	1 : 1,5
Омская 35	82	246	1,73	32,1	1,2	1 : 1,2
Омская 37	84	232	1,75	30,3	1,0	1 : 2,1
Лавруша	80	234	1,97	33,8	1,2	1 : 1,1
Среднее	84	232	1,80	31,8	1,1	1 : 1,5
Гербициды						
Омская 28	89	265	2,03	32,2	1,1	1 : 1,4
Омская 35	75	280	1,81	29,8	1,2	1 : 0,7
Омская 37	81	283	1,96	33,5	1,2	1 : 0,7
Лавруша	77	217	1,60	37,3	1,4	1 : 1,0
Среднее	80	261	1,85	33,2	1,2	1 : 0,9
Гербициды + Удобрения						
Омская 28	91	301	1,78	31,3	1,1	1 : 1,4
Омская 35	79	300	2,03	32,3	1,3	1 : 0,7
Омская 37	89	303	2,01	34,7	1,2	1 : 0,7

1	2	3	4	5	6	7
Лавруша	81	253	1,86	37,4	1,3	1 : 1,0
<i>Среднее</i>	85	289	1,92	33,9	1,2	1 : 0,9
Комплексная химизация						
Омская 28	82	245	1,77	31,4	1,1	1 : 1,4
Омская 35	77	254	1,51	31,2	1,2	1 : 0,7
Омская 37	82	261	1,38	34,8	1,2	1 : 0,7
Лавруша	81	283	2,04	35,0	1,4	1 : 1,0
<i>Среднее</i>	80	261	1,68	33,1	1,2	1 : 0,9
<i>Среднее по вариантам химизации</i>	82	261	1,81	33,0	1,2	1 : 1,1
<i>НСР₀₅</i>	32	75	0,45	0,74	0,1	

Сорт оказал решающее влияние на формирование основных элементов структуры урожая. Применение комплексной химизации увеличило количество продуктивных стеблей на 15-29 шт. (6-13%), озерненность колоса – на 1,3-2,4 шт. (4-8%) и массу зерна – на 0,1 г (9%). Различия между вариантами химизации было незначительным. Обработка посевов гербицидами (без удобрений) увеличила количество продуктивных стеблей и зерен в колосе у среднеспелой группы на 5%, а массу зерна – на 8% по отношению к варианту с внесением удобрений и гербицидной прополкой посевов пшеницы яровой.

У среднепоздней группы сортов совместное сочетание удобрений и гербицидов повысило данные показатели до 11%, масса зерна была равной (1,2 г). Среднеранняя группа сортов яровой пшеницы на варианте применения гербицидов снизила продуктивный стеблестой на 5 шт./м² и увеличила количество зерен в колосе на 5% (1,7 шт./колос) по отношению к варианту совместного внесения удобрений и гербицидов.

Сохранность растений к уборке на единице площади – показатель, заметно влияющий на густоту стеблестоя и урожайность зерновых культур (таблица 21).

Наблюдения показали, что сохранность растений на контрольном варианте была выше на 13%, чем на варианте комплексной химизации. По отношению к вариантам химизации у среднеранней и среднеспелой групп спелости различия в количестве растений яровой пшеницы на единице площади составила 14%, а у среднепоздней – 9%.

Погодные условия в период исследований также оказали заметное влияние на сохранность растений культуры к уборке. Так, на экстенсивном

фоне выращивания в засушливом 2012 году отмечено наибольшее количество растений (89, 90 и 85%), а в увлажненном 2011 году показатели были меньше на 30-36%.

Таблица 21 – Сохранность растений сортов яровой пшеницы к уборке в зависимости от применения средств интенсификации, % (2010-2012 гг.)

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации								Среднее по сорту
	контроль (без химизации)				комплексная химизация				
	2010	2011	2012	Среднее	2010	2011	2012	Среднее	
Среднеранняя группа спелости									
Памяти Азиева	75	63	85	74	56	40	79	58	66
Омская 36	57	62	96	72	47	37	86	57	64
Катюша	44	53	85	61	33	29	88	50	55
Боевчанка	79	42	92	71	44	36	92	57	64
Среднее	63	55	89	69	45	35	86	55	62
Среднеспелая группа спелости									
Омская 33	65	61	98	75	62	38	84	61	68
Омская 38	66	60	79	68	48	34	84	55	62
Дуэт	70	55	91	72	47	34	80	54	63
Светланка	66	42	90	66	41	34	87	54	60
Среднее	67	54	90	70	49	35	84	56	63
Среднепоздняя группа спелости									
Омская 28	40	40	81	54	39	34	87	53	54
Омская 35	80	49	83	71	58	39	87	61	66
Омская 37	60	83	90	78	37	53	95	62	70
Лавруша	58	55	89	67	41	36	79	52	60
Среднее	58	55	85	66	43	40	87	57	61
Среднее по фону	63	55	88	69	46	36	86	56	62
НСР ₀₅ А (средства интенсификации) – 42,3; В (сорта) – 45,0; АВ – F _φ <F ₀₅									

Таким образом, продуктивность пшеницы мягкой яровой в значительной степени определяется комплексом факторов (температурный режим, наличие влаги в почве, обеспеченность растений элементами минерального питания, сорт, качество и инфицированность семян, защита посевов от сорняков, вредителей и болезней, уборка урожая). Анализ структуры урожая сортов яровой пшеницы показал, что сорт и средства интенсификации оказывает заметное влияние на составляющие ее основные элементы. Наиболее отзывчивыми на удобрения и средства защиты растений отмечены сорта среднеспелого и среднепозднего биотипов: озерненность

колоса (32,1 и 33,0 шт., соответственно) на 7 и 10% и по массе зерна в колосе (1,2 г) на 9,1% выше в сравнении со среднеранней группой сортов.

6.2 Урожайность зерна

Повышение продуктивности и стабилизация производства качественного зерна в засушливых агроландшафтах юга Западной Сибири предполагает рациональное использование комплекса технологических факторов и средств, из которых важнейшими являются средства интенсификации, освоение малозатратных приемов обработки почвы и оптимальных зональных полевых севооборотов при выращивании более высокоурожайных сортов яровой пшеницы [Оптимизация..., 2020].

Изучение различных сортов пшеницы мягкой яровой показало, что продуктивность того или иного сорта в значительной степени определяется гидротермическими условиями вегетации и влиянием средств интенсификации.

Учет урожайности сортов по паровому предшественнику показал, что сочетание удобрений, гербицидов и фунгицидов обеспечивает наибольшую урожайность зерна (3,17 т/га). Выявлено, что существенное влияние на продуктивность растений пшеницы мягкой яровой оказывают сортовые особенности культуры и средства интенсификации (таблица 22, рисунок 14, приложение Н).

Сорт пшеницы яровой Памяти Азиева на контроле (без химизации) формировал урожайность зерна 2,10 т/га, с применением средств интенсификации прибавка составила 0,64 т/га, или на 30,5% и выше. Остальные сорта среднеранней группы спелости на экстенсивном фоне сформировали урожайность зерна от 2,36 (Катюша) до 2,48 т/га (Боевчанка). Гербицидная прополка посевов пшеницы яровой позволила увеличить продуктивность зерна в среднем на 0,22 т/га (9,4%). На фоне удобрений с гербицидами среднеранняя группа сортов повысила урожайность зерна в среднем на 0,40 т/га (17,2%), а комплексное применение защитных мероприятий позволило увеличить продуктивность сортов на 0,58 т/га (25%) в сравнении с вариантом без химизации.

Среднеспелая группа биотипов сортов была продуктивнее среднеранней в среднем на 0,26 т/га (10%). Урожайность зерна у сортов пшеницы мягкой яровой изменялась от 2,45 (Омская 38, Дуэт, Светланка) на контроле до 3,28 т/га (Омская 33) на варианте с применением комплексной химизации.

Среднепоздняя группа сортов несколько снизила продуктивность зерна (2,86 т/га) по отношению к среднеспелой, но увеличила – по отноше-

нию к среднеранней на 0,23 т/га (8%). Сорт Лавруша с применением гербицидов, удобрений и фунгицидов увеличил урожайность зерна в 1,7, другие изучаемые сорта – в 1,2-1,4 раза.

Таблица 22 – Урожайность зерна (т/га) сортов яровой мягкой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации				
	контроль (без химизации)	гербициды	гербициды и удобрения	комплексная химизация	среднее
Среднеранняя группа спелости					
Памяти Азиева	2,10	2,40	2,58	2,74	2,46
Омская 36	2,38	2,58	2,77	2,99	2,68
Катюша	2,36	2,53	2,76	2,95	2,65
Боевчанка	2,48	2,67	2,81	2,95	2,73
Среднее	2,33	2,55	2,73	2,91	2,63
Среднеспелая группа спелости					
Омская 33	2,59	2,99	3,21	3,28	3,02
Омская 38	2,45	2,72	3,02	3,22	2,85
Дуэт	2,45	2,75	3,06	3,13	2,85
Светланка	2,45	2,72	2,93	3,26	2,84
Среднее	2,49	2,80	3,06	3,22	2,89
Среднепоздняя группа спелости					
Омская 28	2,49	2,65	2,81	3,44	2,85
Омская 35	2,62	2,89	3,15	3,36	3,01
Омская 37	2,45	2,79	3,20	3,50	2,98
Лавруша	1,87	2,57	2,85	3,21	2,63
Среднее	2,36	2,72	3,00	3,38	2,86
Среднее по фону	2,39	2,69	2,93	3,17	2,79
НСР ₀₅ А (средства интенсификации) – 0,13; В (сорта) – 0,24; АВ – 0,40					

В период вегетации растений пшеницы (всходы – начало кущения) 2010 года преобладала холодная погода с недобором осадков, с заморозками в воздухе и приземном слое. При формировании флагового листа также отмечался недобор осадков и температуры воздуха (ниже средне-многолетних значений на 3-5⁰С). Период уборки урожая характеризовался сухой умеренно теплой погодой.

Применение гербицидов в 2010 году способствовало увеличению продуктивности сортов на 0,47 т/га или 16,2%. Отмечено увеличению урожайности зерна до 0,77 т/га (26,5%) на удобренном варианте с обработкой посевов против сорных растений. Применение фунгицида в сочетании с

удобрением перед посевом и гербицидами по вегетации растений позволило увеличить урожайность на 1,31 т/га (45,2%) по отношению к контролю.

На контрольном варианте наименьшая урожайность зерна отмечена у сорта Лавруша (2,00 т/га), а наибольшая – у сорта Омская 37 (3,53 т/га), что на 1,53 т/га (76,5%) выше. Сорта Омская 28 и Омская 37 на фоне комплексной химизации увеличили продуктивность до 5,05-5,08 т/га или в 1,5 раза выше относительно контроля (без химизации). У среднепозднего сорта Лавруша на всех уровнях химизации отмечена прибавка зерна свыше 1,00 т/га, а при комплексной химизации урожайность зерна достигла 4,22 т/га, что на 2,22 т/га (111%) выше контрольного варианта.

Применение удобрений и гербицидов способствовало прибавке зерна 1,09 и 1,14 т/га (38,4-40,4%) у сортов Омская 33 и Дуэт, на комплексной химизации прибавка составила 1,10-1,68 т/га за исключением сортов Омская 36, Катюша и Боевчанка (0,64-0,79 т/га или 22-28%) по отношению к контролю.

В засушливых погодных условиях 2010 года комплексное использование средств интенсификации в сочетании с агротехникой способствовало повышению урожайности зерна до 1,31 т/га (45,3%) по отношению к экстенсивному варианту. Выделились наиболее отзывчивые сорта – Памяти Азиева, Омская 33, Омская 28 и Лавруша (1,10-2,22 т/га или 46-111%).

Весна 2011 года была умеренно теплая с осадками. Прохладная и влажная погода в августе замедлила созревание растений и просыхание зерна. Формирование урожая сортов яровой мягкой пшеницы сопровождалось дождливой и умеренно теплой погодой, что способствовало росту урожайности от применения гербицидов 0,28 т/га (8,7%) и 0,54 т/га (16,9%) при совместном применении удобрений и гербицидов. Наибольшая прибавка зерна (0,77 т/га или 24,2%) получена от применения комплексной химизации относительно экстенсивного фона.

Сорта среднеранней группы спелости при комплексной химизации повышали урожайность зерна в среднем на 0,65 т/га (20,7%), среднеспелой – на 0,63 т/га (18,4%) и среднепоздней – до 1,04 т/га или 34,5% по отношению к контролю (без химизации).

На варианте применения удобрений и гербицидов при улучшении корневого питания и чистоты посевов урожайность зерна сортов Омская 33 и Омская 38 составила 4,02 и 4,11 т/га. При обработке посевов против листостеблевых болезней у сортов Омская 36, Омская 33, Омская 38, Омская 28, Омская 35 и Лавруша урожайность зерна достигала более 4,00 т/га.

Погодные условия 2012 года были контрастными. Во второй половине вегетации растений проявилась воздушная засуха, что оказало влияние на урожайность яровой мягкой пшеницы. По отношению к экстенсивному варианту все изучаемые сорта увеличили урожайность зерна на 0,10-0,40 т/га (8,8-38,2%), наиболее отзывчивыми на средства интенсификации были сорта Катюша, Омская 38, Омская 28 и Омская 35, обеспечивающие прибавку зерна 0,35-0,43 т/га или 42-48%.

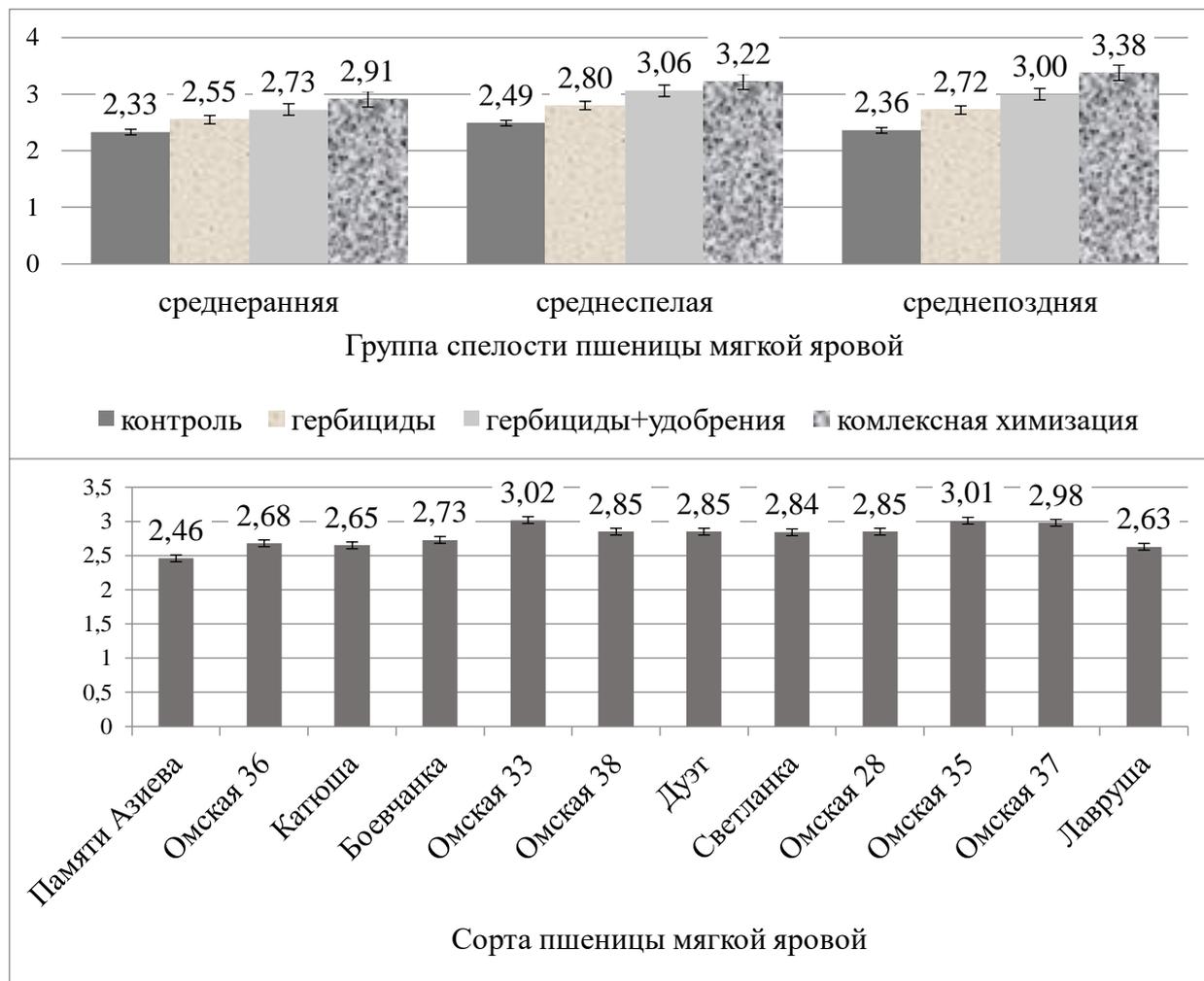


Рисунок 14 – Урожайность зерна (т/га) по сортам и группам спелости пшеницы мягкой яровой по паровому предшественнику, 2010-2012 гг.

Сорта пшеницы мягкой яровой сформировали урожайность зерна от 2,46 (Памяти Азиева) до 3,01-3,02 т/га (Омская 33, Омская 35).

Анализ продуктивности культуры показал, что среднеспелая группа сортов была продуктивнее среднеранней в среднем на 0,26 т/га (10%). Среднепоздняя группа повышала продуктивность по отношению к среднеранней на 0,23 т/га (8%). С применением гербицидов, удобрений и фунгицидов изучаемые сорта повышали урожайность зерна в 1,2-1,4 раза.

Исследования в зернопаровом севообороте проведены с 2013 по 2019 гг. с перспективным сортом Омская 36 степного экотипа – отличается

высокой адаптивностью, хорошо отзывается на внесение удобрений и применение средств защиты растений. Уникальность сорта во многом определяется сочетанием скороспелости и повышенной устойчивостью к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды [Белан и др., 2015]. В 2016 году посевы в Омской области составили 242193 га, а к 2019 году они достигли в России и Республике Казахстан более 3 млн га.

Продуктивность культуры при минимальной обработке почвы в годы наблюдений изменялась в широком диапазоне (рисунок 15).

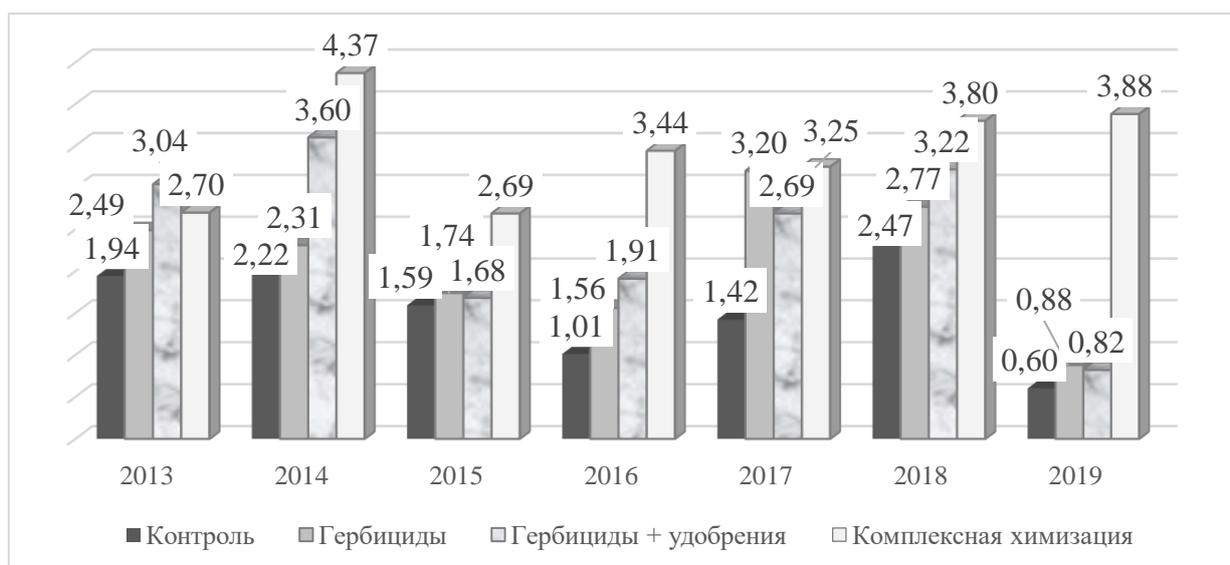


Рисунок 15 – Урожайность зерна (т/га) пшеницы сорта Омская 36 в 2013-2019 гг.

Наибольшая урожайность зерна формировалась в 2014 и 2018 годах, как в контроле (2,22-2,47 т/га), на удобренном варианте с гербицидами (3,22-3,60 т/га), так и с применением фунгицидов (3,80-4,37 т/га). В среднем, прибавка зерна при применении комплексной химизации составила 1,33-2,15 т/га или 35-49%.

Таким образом, исследованиями установлено, что наибольшая отзывчивость пшеницы яровой на средства интенсификации отмечена у сортов Катюша, Боевчанка, Омская 38 и Омская 35.

Обработка посевов гербицидами способствовала снижению засоренности агрофитоценоза сортов пшеницы мягкой яровой и обеспечило прибавку зерна 0,30 т/га (11,2%), совместное применение гербицидов и удобрений – 0,54 т/га (18,4%). Комплексное применение гербицидов, удобрений и фунгицидов улучшило фосфорное питание и защиту растений яровой пшеницы от листостеблевых инфекций, что способствовало увеличению урожайности зерна в среднем на 0,78 т/га или на 24,6%. От среднеранней к среднепоздней группе сортов отзывчивость на применение компонентов интенсификации повышалась в среднем с 0,58 до 1,02 т/га или на

76%. В среднем по годам наблюдений урожайность пшеницы мягкой яровой сорта Омская 36 в 2013-2019 гг. возросла при применении комплексной химизации на 1,84 т/га или 53% в сравнении с экстенсивным фоном.

Анализируемые показатели в агрофитоценозе сортов пшеницы яровой (развитие корневой системы, площадь верхнего яруса листьев, листовые инфекции) повлияли на урожайность и качество зерна культуры. Изменчивость одного параметра развития растений сопутствует изменением другого. Изучение сопряженности между ними имеет важное значение для дальнейшего повышения продуктивности пшеницы яровой.

Нами была проведена сопряженность и выявлены наиболее связанные с урожайностью зерна и морфологическими признаками пшеницы мягкой яровой, а также инфицированностью и засоренностью посевов в различных агроэкологических условиях 2010-2012 гг. (таблица 23, рисунок 16, 17).

Выявлена средняя и сильная корреляционная сопряженность между параметрами зародышевых и узловых корней и урожайностью зерна ($r = 0,48 - 0,88$). По биотипам пшеницы мягкой яровой отмечена средняя степень сопряженности с количеством зародышевых корешков ($r = 0,41 - 0,54$) и длиной узлового корня ($r = 0,54$ (среднеранняя), $r = 0,40$ (среднеспелая)).

Таблица 23 – Сопряженность показателей пшеницы мягкой яровой с урожайностью зерна

Показатель	Коэффициент корреляции (r)
Длина зародышевого корешка, см	0,48
Количество зародышевых корешков, шт.	0,60
Длина узлового корня, см	0,88
Количество узловых корней, шт.	0,76
Площадь флагового листа, см ²	0,43
Площадь подфлагового листа, см ²	0,46
Развитие септориоза на флаговом листе, %	-0,87
Развитие септориоза на подфлаговом листе, %	-0,84
Развитие бурой листовой ржавчины на флаговом листе, %	-0,61
Развитие бурой листовой ржавчины на подфлаговом листе, %	-0,86
Развитие мучнистой росы на флаговом листе, %	-0,87
Развитие мучнистой росы на подфлаговом листе, %	-0,84
Засоренность посевов, %	-0,62

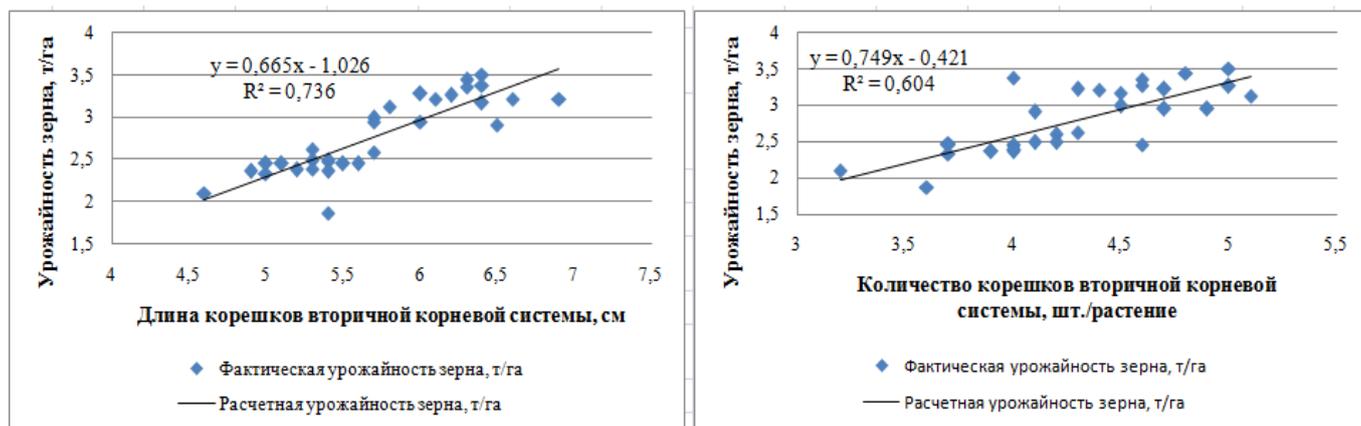


Рисунок 16 – Сопряженность урожайности зерна сортов пшеницы мягкой яровой с длиной и количеством корешков вторичной корневой системы, 2010-2012 гг.

Сопряженность площади флагового и подфлагового листьев в период колошения с продуктивностью культуры имела положительную направленность ($r = 0,43$ и $0,46$). Наблюдается устойчивая сопряженность у биотипов сортов пшеницы мягкой яровой с площадью верхнего яруса листьев, причем у среднепоздней группы сортов отмечена средняя положительная связь ($r = 0,57-0,63$), а у среднеранней и среднеспелой – сильная ($r = 0,71-0,84$).

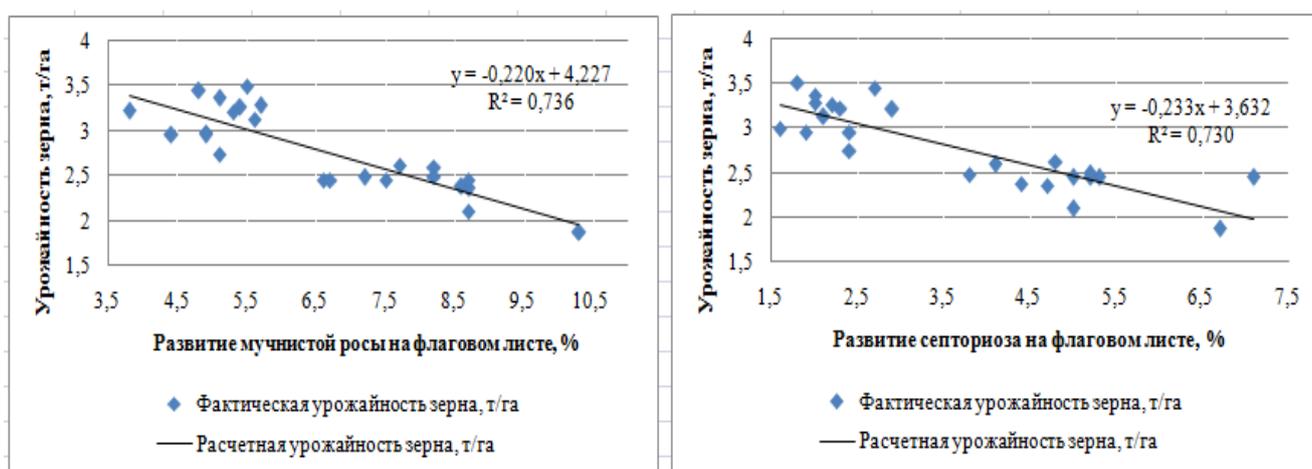


Рисунок 17 – Сопряженность урожайности зерна с развитием мучнистой росы и септориоза на флаговом листе, 2010-2012 гг.

Достоверная отрицательная корреляционная связь отмечена при инфицированности ($r = 0,61 - 0,87$) и засоренности посевов пшеницы ($r = 0,62$) с урожайностью зерна, что доказывает – увеличение пораженности (засоренности) растений в агрофитоценозе сортов снижает урожайность зерна культуры на 37-76%.

Показатели структуры урожая имели положительную сопряженность с урожайностью зерна по биотипам сортов: количество продуктивных

стеблей (0,55 – 0,62) и зерен в колосе ($r = 0,41$ у среднепоздней), масса зерна с колоса (0,58 – 0,71).

Таким образом, величина вклада отдельных показателей и составляющих элементов агрофитоценоза яровой пшеницы в изменчивость продуктивности во многом решается ее сортовыми особенностями. В формировании урожайности зерна определенный вклад вносит количество зародышевых корешков и длина узлового корня, площадь верхнего яруса листьев, количество продуктивных стеблей и масса зерна в колосе, а также засоренность и фитосанитарное состояние посевов изучаемых сортов пшеницы мягкой яровой.

6.3 Технологические свойства зерна

Сибирская пшеница издавна отличается высоким качеством зерна благодаря особенностям почвенно-климатических условий региона. Важность производства качественного продовольственного зерна пшеницы обусловлена получением из него при переработке продукции лучшего качества и большего выхода. Возделывание такого зерна основано на сорте, обладающем потенциалом урожайности и качества. Для проявления этого потенциала необходима технология зернопроизводства или отдельные элементы, учитывающие биологию сорта [Юшкевич, 2002; Колмаков и др. 2015].

Сорт – совокупность сходных по хозяйственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам растений одной культуры, родственных по происхождению, отобранных и размноженных для возделывания в определенных природных и производственных условиях с целью повышения урожайности и качества продукции. За счет качественного сорта можно увеличить урожайность зерна на 25% и более. Данные современных сортов в отличие от сортов, созданных в 90-е годы прошлого столетия, выгодно отличаются по содержанию белка (на 1,48%) и клейковины (на 2,9%) [Увеличение..., 2015].

Исследования Скрябина В., Сухаревой В. (2009) в Новосибирской области свидетельствуют о качественном зерне пшеницы, выращенной в Западной Сибири, обусловленных высоким содержанием белка (12-18%) в основном объеме производимого зерна. Выявлено, что по ряду технологических показателей (мукомольных и хлебопекарных) в соответствии с ГОСТ Р 52554-2006 высокобелковое зерно переводится в низшие классы.

Колмаков Ю.В. и др. (2014) отмечают, что в процессе непрерывной селекционной работы по созданию высококачественных продуктивных

сортов яровой мягкой пшеницы в СибНИИСХ достигнут прогресс по белковости зерна, хлебопекарным характеристикам при некотором послаблении по натуре зерна.

Пшеницу мягкую яровую в зависимости от качества зерна подразделяют на классы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52554-2006. Согласно национальному стандарту Российской Федерации содержание массовой доли белка в зерне пшеницы должно быть: для пшеницы первого класса не менее 14,5%, для второго – не менее 13,5%. Массовая доля сырой клейковины для первого класса должна быть: не менее 32%, для второго – не менее 28%, для третьего – не менее 23%. Стекловидность – для первого и второго классов не менее 60%, для третьего класса должна быть не менее 40%. Натура зерна – для первого и второго классов не менее 750 г/л, для третьего класса не менее 730 г/л, для четвертого класса не менее 710 г/л.

Анализ технологических свойства проведен в лаборатории качества зерна Омского АНЦ (СибНИИСХ).

Качество зерна, принимаемого хлебопекарными пунктами, а также поступающего на предприятия мукомольной промышленности, должно отвечать определенным требованиям. Под качеством обычно понимают комплекс или совокупность свойств и признаков, определяющих возможность использования зерна по целевому назначению и для длительного хранения. Для определения мукомольной ценности используют косвенные методы определения показателей качества яровой пшеницы (белок, клейковина, стекловидность, натура и масса 1000 зерен).

Погодные условия периода исследований были доминирующими при формировании качественных показателей зерна биотипов сортов пшеницы мягкой яровой. Вегетационный период 2010 года характеризовался как сухой, умеренно теплый с небольшими перепадами среднесуточной температуры воздуха. Прохладная с дождями погода 2011 года замедлила созревание хлебов и просыхание зерна и соломы. В 2012 году отмечен недобор осадков, наблюдались ветры-суховеи. В августе преобладала очень теплая, сухая погода. Совокупность факторов существенно повлияла на урожайность и качество зерна.

Натурной массой, или натурой, называют вес 1 л зерна, выраженный в граммах. Определяют натуру в литровой пурке с падающим грузом. Она характеризует степень выполненности эндосперма пшеницы. Недостаточно выполненное, щуплое зерно имеет низкую натуру, также на величину натуре влияют форма и размеры зёрен, влажность, содержание примесей.

Синявский И.В., Еликбаева С.А. (2019) провели исследования в Курганском ГСХА в 2017-2019 гг. по изучению влияния применения сочетаний птичьего помета и минеральных удобрений в звене зернопарового севооборота, отмечая улучшение качественных параметров получаемой продукции – натура зерна составила 766 г/л, при использовании удобрений данный показатель повышался на 3-11 г/л.

Установлено, что применение средств защиты растений и удобрений в период вегетации сортов пшеницы яровой повлияли на натуру зерна. На варианте без химизации наибольшая натурная масса отмечалась у сортов Катюша и Омская 33 (780 и 782 г/л), а более низкая – у сортов Омская 37 (737 г/л) и Лавруша (698 г/л), таблица 24 и рисунок 18.

Прополка посевов гербицидами способствовала снижению засоренности агрофитоценоза и незначительному снижению натурной массы у сортов Омская 38 (на 6 г/л) и Лавруша (на 21 г/л). В среднем по сортам натура зерна была близка к контрольному варианту (763 г/л).

Таблица 24 – Натура зерна (г/л) сортов яровой пшеницы, 2010-2012 гг.

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации				Среднее по сорту
	контроль (без химизации)	гербициды	гербициды + удобрения	комплексная химизация	
Среднеранняя группа спелости					
Памяти Азиева	779	778	783	772	778
Омская 36	777	774	776	770	774
Катюша	780	780	786	774	780
Боевчанка	760	761	764	763	762
<i>Среднее</i>	774	773	777	770	774
Среднеспелая группа спелости					
Омская 33	782	789	787	786	786
Омская 38	771	765	772	755	766
Дуэт	772	781	780	772	776
Светланка	773	777	779	770	775
<i>Среднее</i>	774	778	779	771	776
Среднепоздняя группа спелости					
Омская 28	763	773	775	762	768
Омская 35	758	759	756	742	754
Омская 37	737	746	751	742	744
Лавруша	698	677	697	699	693
<i>Среднее</i>	739	739	745	736	740
Среднее по фону	763	763	767	759	763
НСР ₀₅ по фактору А (средства интенсификации) – 4,3; В (сорт) – 7,5; АВ – 7,5					

Обработка посевов против сорного компонента на удобренном фоне повысила исследуемый показатель качества зерна почти у всех сортов на 4-14 г/л. Снижение natyры зерна до 10 г/л в сравнении с контролем отмечено у сортов Омская 36, Омская 35 и Лавруша. Использование гербицидов и удобрений способствовало незначительному повышению natyры по группам спелости на 3-6 г/л.

Сочетание фунгицида и гербицидов с внесением удобрений в целом не оказало заметного влияния на показатели натурной массы. Наибольшее снижение natyры зерна отмечено у сортов Омская 38 и Омская 35 до 16 г/л. Комплексная химизация на 3-4 г/л увеличила натурную массу у сортов Боевчанка, Омская 33 и Омская 37.

Сорта пшеницы мягкой яровой в 2010 году имели наибольшие показатели natyры зерна (776-796 г/л). В среднем натурная масса была выше на 45-66 г/л (6,2-9,0%) в 2010 и на 31-35 г/л (4,3-4,8%) в 2011 году по отношению к 2012 году ($НСР_{05} = 3,77$).

Отличительной особенностью данного показателя является то, что при использовании гербицидов и совместного применения удобрений с гербицидами натурная масса имела тенденцию роста (763 и 767 г/л), а с использованием комплексной химизации – незначительно снижалась до 758 г/л.

Нестерова Е.В. (2005) и Ахтариева Т.С. (2009) отмечают, что на формирование natyры зерна заметное влияние оказывают погодные условия вегетационного периода яровой пшеницы в Сибирском регионе, особенно во второй половине вегетации (колошение – восковая спелость). При посеве яровой пшеницы в третьей декаде мая natyра зерна понижалась в сравнении с более ранними сроками посева культуры. Среднеспелая группа сортов созревала за 76-97 суток и имела наибольшую natyру зерна (776 г/л). Низкая натурная масса сформировалась у среднепоздней группы – 739 г/л с периодом созревания 98-102 суток.

Тимошенкова Т.А., Ващенко Ю.С. (2021) провели анализ литературных источников ряда ученых и пришли к выводу, что на величину объёмной массы (natyры) зерна сильное влияние оказывают агрометеорологические условия в разные периоды развития растений, агротехнические приёмы возделывания и сортовые особенности пшеницы.

Пахотиной И.В. и др. (2022) изучены новые сильные сорта пшеницы мягкой яровой разных групп спелости (Тарская 12, Омская 44 и Омская 42) в сравнении со стандартами (Памяти Азиева, Дуэт и Элемент 22) и иностранными сортами в условиях юга Западной Сибири. Более новые сорта при неблагоприятных условиях выращивания формируют пониженную

натуру зерна, могут снижать объемный выход хлеба за счет высокой упругости теста и силы муки до хорошего филлера по классификации, используемой лабораторией Госкомиссии. Сравнительный анализ технологических свойств новых сортов и иностранной селекции выявил преимущество изучаемых отечественных сортов по формированию высоких хлебопекарных свойств.

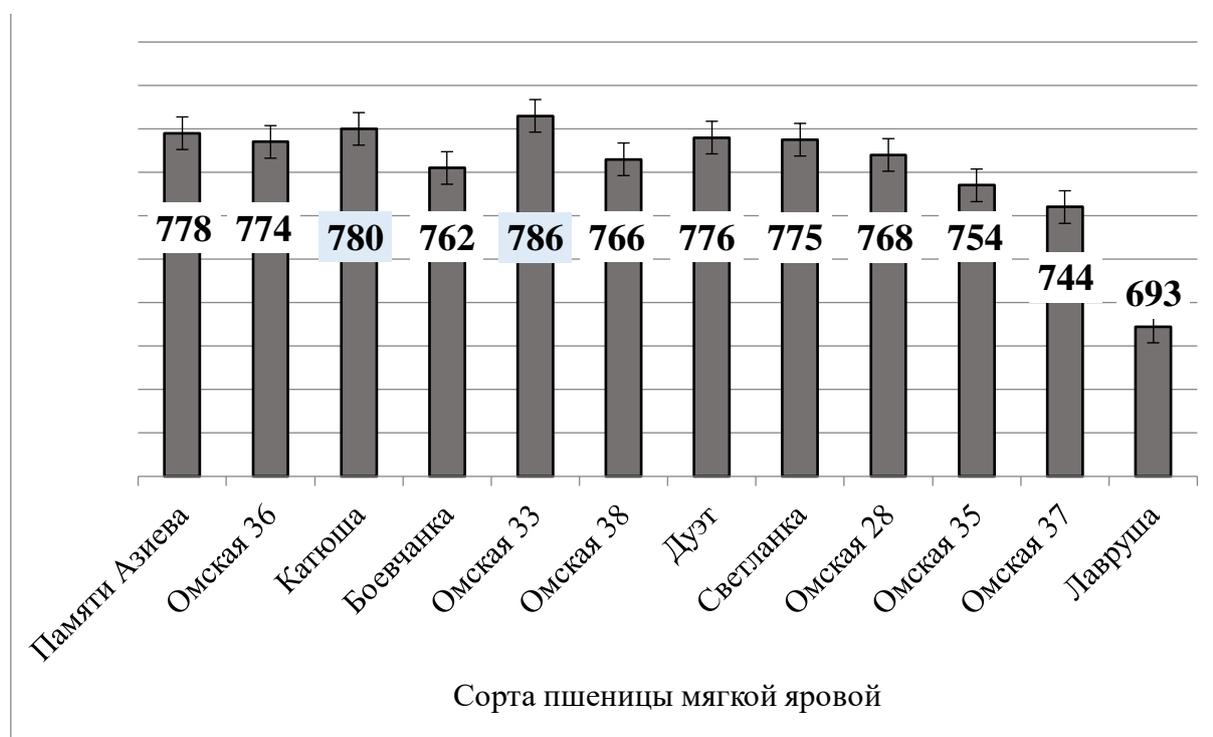


Рисунок 18 – Натура зерна (г/л) сортов пшеницы мягкой яровой по средним показателям, 2010-2012 гг.

Наибольшая натура отмечена у сортов Катюша (780 г/л) и Омская 33 (786 г/л). В целом, за годы исследований сорта яровой пшеницы имели натурную массу зерна на уровне первого класса – 750 г/л (ГОСТ Р 52554-2006) за исключением сортов Омская 37 (744 г/л – третий класс) и Лавруша (693 г/л – пятый класс).

Стекловидность. В зависимости от консистенции эндосперма зерно может быть стекловидным, полустекловидным или мучнистым. Чем плотнее консистенция эндосперма на поперечном разрезе, тем выше стекловидность. При наличии в эндосперме микроскопических пустот оно выглядит матовым, мучнистым. Стекловидная пшеница требует больше энергии на размол, чем мучнистая, но качество и выход муки при этом выше [Увеличение..., 2014].

Кубарев В.А. (2014) отмечает, что стекловидность определяется по разрезу зерна с наружным осмотром срезов и при помощи диафаноскопа. Стекловидное зерно в разрезе имеет блеск и кажется более или менее прозрачным. При разрезании оно оказывает большое сопротивление. Стекло-

видность указывает на белковый и крахмалистый характер зерна. В зависимости от стекловидности зерна применяют различные приемы подготовки пшеницы к сортовому помолу и устанавливают режим мукомольного процесса. В отличие от мучнистой, стекловидная пшеница легче вымалывается, дает тонкие и тощие отруби, больше крупок в данном процессе, из которых затем вырабатывается больше муки первых сортов.

В наших исследованиях существенных различий по стекловидности зерна у сортов пшеницы мягкой яровой не установлено (51-55%). Тенденция снижения стекловидности зерна отмечалась на варианте совместного применения удобрений, гербицидов и комплексной химизации у сортов трех групп спелости на 1-2%.

Пазин М.А. (2005) отметил, что в Кемеровском НИИСХ при запаздывании с уборкой значительно снижалась стекловидность зерна у сортов Омская 29 и Ирень. Наибольшее снижение стекловидности зерна отмечалось у сорта Омской 29 (с 84 до 70%), по-видимому, это связано с интенсивностью дыхания зерна.

Жаркова С.В. (2020) провела испытания в Алтайском ГАУ, установив, что показатель стекловидности зерна колебался на уровне 96-98%, максимальное ее значение (98,3-98,4%) отмечено у сортов ОмГАУ 90 и Алтайская степная.

По нашим наблюдениям, согласно ГОСТ Р 52554-2006 по показателю стекловидность зерна пшеница мягкая яровая как по сортам, так и по вариантам химизации отнесена к третьему классу качества (не менее 40%).

Установлено, что взаимодействие факторов год и сорт определяют стекловидность зерна на 41%, условия года – на 30%, сорт и химизация – на 10%.

Показатели качества зерна пшеницы, такие, как стекловидность, в значительной мере определяют технологические (мукомольные и хлебопекарные) достоинства пшеницы. Они зависят и определяются особенностями сорта, почвенно-климатическими и погодными условиями [Кубарев, 2014].

Белки, наряду с аминокислотами, пептидами, ферментами, нуклеотидами и нуклеиновыми кислотами относятся к азотистым веществам растений. Имеют элементный состав С, Н, О, N, могут содержать также серу, фосфор и металлы [Белкина и др., 2010]. Белок, называемый иначе протеином, играет исключительно важную роль в питании человека и животных [Кретович, 1981]. В зерне белок гидратированный и состоит из нерастворимых в воде фракций, а также небольшого количества крахмала, жиров и других веществ, прочно удерживаемых белками. Благодаря способности пшеничного зерна образовывать клейковину из пшеницы можно получить высококачественный хлеб. Кроме того, из пшеницы изготавливают крупу,

макаронные изделия, крахмал, спирт. Зерно пшеницы, отруби и солома служат кормом для животных. Мукомольная ценность зерна заключается в возможности получить высокий выход муки определенных сортов при наименьших затратах энергии на размол [Увеличение..., 2015].

Преимущественное значение в повышении содержания белка принадлежит азотным и азотно-фосфорным удобрениям, что непосредственно связано с благоприятным азотным питанием в течение вегетации. Пшеница с преобладанием стекловидных зерен обычно отличается сравнительно высоким содержанием белка, клейковины и хорошими хлебопекарными качествами. Зерно пшеницы, состоящее из крахмалистых зерен, обеднено белком, и ее лучше использовать для хлебопечения в подсортировке к другой, более богатой белками пшенице [Колмаков, 2007; Кубарев, 2014].

Содержание белка в зерне в годы исследований изменялось в зависимости от условий увлажнения и температурного режима, а также применения удобрений и средств защиты растения в период вегетации яровой мягкой пшеницы.

Исследованиями установлено, что у среднераннего и среднепозднего биотипов сортов по содержанию белка в зерне было наибольшим (15%), а у среднеспелых – на 0,8% меньше. По вариантам интенсификации белковость повышалась: от контроля до варианта с применением комплексной химизации или с 14,3 до 15,1%. В среднем по годам исследований выявлены высокобелковые отзывчивые сорта на средства интенсификации: Светланка, Омская 28 и Омская 35 (таблица 25, рисунок 19).

Таблица 25 – Содержание белка и клейковины в зерне пшеницы мягкой яровой по группам спелости, 2010-2012 гг.

Группа спелости пшеницы яровой	Вариант интенсификации				Среднее по химизации
	контроль	гербициды	гербициды + удобрения	комплексная химизация	
Белок, %					
Среднеранняя	14,8	15,2	15,1	15,5	15,1
Среднеспелая	13,7	14,2	14,3	14,6	14,2
Среднепоздняя	14,5	15,0	15,1	15,3	15,0
Среднее по группам	14,3	14,8	14,8	15,1	14,8
НСР ₀₅ А (химизация) – 0,2%; В (сорт) – 0,4%; АВ – F _φ < F ₀₅					
Клейковина, %					
Среднеранняя	29,5	30,5	30,4	30,7	30,2
Среднеспелая	27,3	28,3	28,6	29,1	28,3
Среднепоздняя	29,3	29,5	30,4	30,9	30,0
Среднее по группам	28,7	29,5	29,8	30,2	29,5
НСР ₀₅ А (химизация) – 0,9%; В (сорт) – 0,5%; АВ – 0,5%					

По вариантам химизации отмечены различия при накоплении в зерне белка, содержание которого изменялось от 13,2 (Омская 33, контроль) до 16,2% (Боевчанка и Лавруша, комплексная химизация).

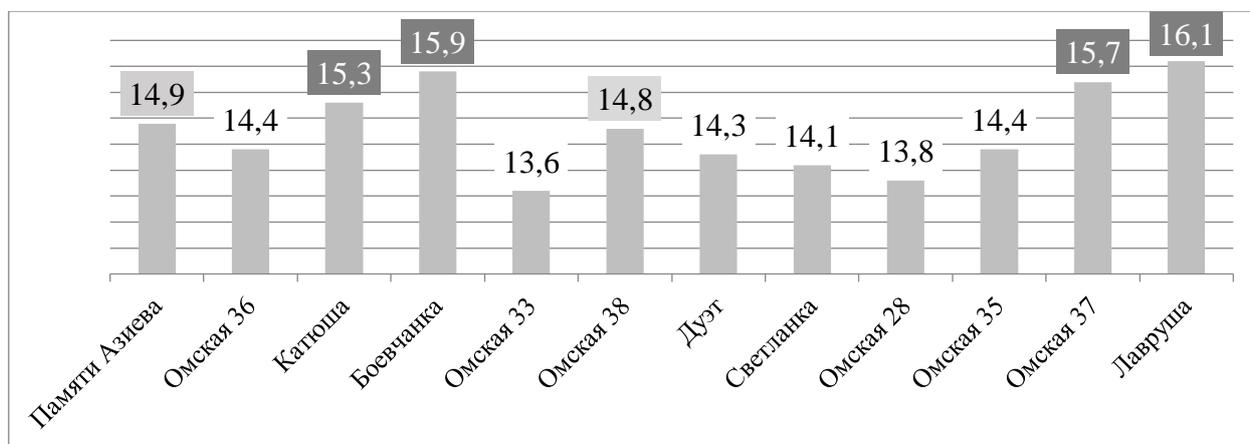


Рисунок 19 – Содержание белка в зерне (%) сортов пшеницы мягкой яровой, 2010-2012 гг.

Сравнительная оценка вариантов интенсификации с экстенсивным фоном показала, что использование химических средств (удобрений, гербицидов и фунгицидов) способствовали увеличению содержания белка в зерне на 0,4-0,8%, а по группе сортов – с 14,2 (гербициды) до 15,5% (комплексная химизация). Среднеспелый биотип яровой мягкой пшеницы при комплексном применении средств интенсификации обеспечивал незначительную прибавку зерна (на 0,9%).

Балабанова Н.Ф. (2014) отмечает, что в южной лесостепи Западной Сибири внесение азотно-фосфорных удобрений перед посевом обеспечило повышение содержания белка в зерне до 14,2%. Власенко Н.Г. и Слободчиков А.А. (2010) установили, что применение фитосанитарных средств для защиты посевов от болезней в лесостепи Приобья не оказало существенного влияния на накопление белка в зерне, слабым было и взаимодействие факторов сорт и условия года ($V=5\%$) – средства интенсификации формируют белковость зерна до 15%, сорт – 35% и условия вегетации – 50%.

Пахотина И.В. и др. (2021) установили, что связь содержания белка в зерне с накоплением клейковины (основного показателя характеристики хлебопекарного качества партий при закупках и поставках зерна) очевидна. По данным ряда исследователей, соотношение содержания белка к содержанию клейковины может колебаться от 1,47 до 2,09 и выше в зависимости от сорта и зоны выращивания. При низком содержании общего белка (меньше 11 %) в пшенице формируется недостаточное количество

клеяковинного белка. Исследования в лесостепи юга Западной Сибири показали, что значительное влияние на формирование белка в зерне оказало гидротермическое обеспечение в период посева и формирования вегетативных органов растений (I–II декада мая – I декада июня), где непосредственно происходит синтез белковых веществ.

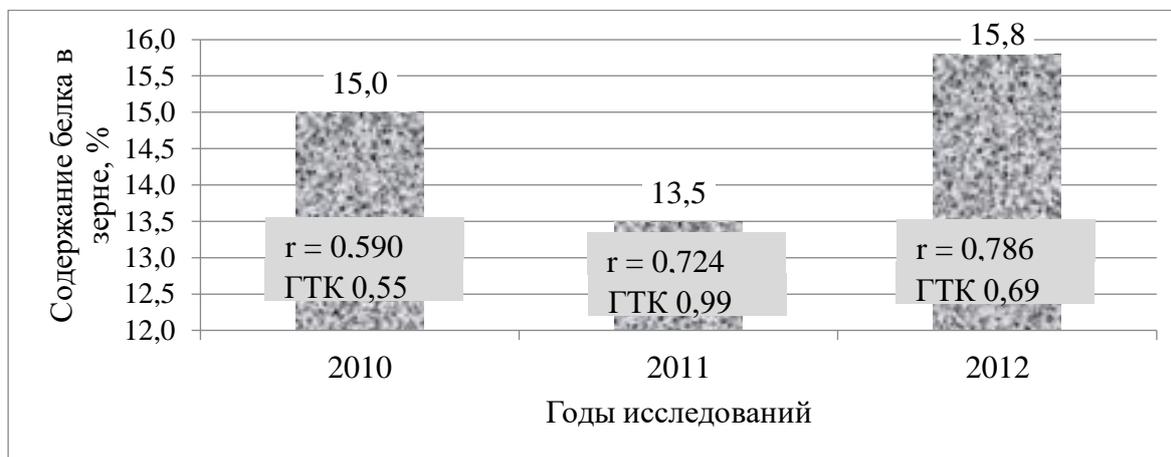
Создание и внедрение адаптивных сортов яровой пшеницы в почвенно-климатических условиях Сибири, является основой урожайности зерна высокого качества. Адаптивность сортов – это способность формировать высокий урожай генетически обусловленного качества при разнообразии экологических условий. Основными ограничивающими факторами широтной адаптации являются длина светового дня, которая возрастает по мере продвижения яровой пшеницы с южных широт к северным; специфика выпадения осадков в течение вегетационного периода; сумма положительных температур; различие почвенно-климатических зон. Создать сорта, способные одинаково адаптированы как в подтайге, так и в южной лесостепи и степи маловероятно [Лубнин, Советов, 1998].

В 2010 году (ГТК 0,55) содержание белка в зерне на контрольном варианте составило в среднем по сортам пшеницы мягкой яровой 14,7%, с применением удобрений и средств защиты растений повышение составило на 0,4%.

Во влажном 2011 году (ГТК 0,99) формирование белка в зерне по отношению к 2010 году снизилось в среднем на 1,5%, и к 2012 году – на 2,3%. Применение химической прополки посевов способствовало увеличению белковости зерна на 0,6% по сравнению с контролем, а использование комплексной химизации – на 0,9%.

В засушливом 2012 году (ГТК 0,69) по отношению к экстенсивному варианту применение средств химизации повышало содержание белка в зерне по степени нарастания вариантов интенсификации с 15,7 (гербициды) до 16,5% (комплексная химизация). Синтез белковых веществ проходил при высокой температуре воздуха и низкой влажности, что способствовало формированию зерна с более высоким содержанием белка относительно увлажненного 2011 года. Погодные условия и использование средств интенсификации оказали различное влияние на качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы. Так, на контрольном варианте в условиях засушливого 2012 г. содержание белка в зерне было выше на 2,3% по сравнению с 2011 г. и на 0,8% – с 2010 годом. Следует отметить существенное влияние погодных условий на формирование качественного зерна.

На рисунке 20 показано влияние гидротермических условий вегетации (ГТК 0,55-0,99) на содержание белка в зерне (13,5-15,8%) у сортов яровой пшеницы.



Примечание: r - влияние гидротермических условий вегетации на содержание белка в зерне

Рисунок 20 – Содержание белка в зерне сортов пшеницы яровой в зависимости от климатических условий в период вегетации растений, 2010-2012 гг.

Анализ технологических свойств зерна сортов по группам спелости показал, что содержание белка в зерне является одним из основных признаков качества пшеницы, которое зависит от условий увлажнения периода вегетации. Август 2010 и 2012 гг. выдался жарким (температура воздуха была 18,6 и 17,9⁰С). Наибольшая белковость зерна формировалась у среднераннего биотипа сортов (15,1-16,8%), а наименьшее – у среднеспелого (14,0-16,0%). Содержание белка в 2011 году было ниже у среднепоздней группы сортов на 0,3% по отношению к среднеранней. Более низкое количество белкового вещества (на 0,7-1,4%) накопила среднеспелая группа сортов в сравнении со среднеранней.

Период кушения и выхода растений в трубку является критическим для яровой пшеницы, последующие осадки не могут исправить положение. В засушливых условиях пшеница ускоренно переходит от одной фазы развития к другой при снижении качественных показателей зерна [Пахотина и др., 2021]. Именно в этот период идет налив зерновки. Жаркий август особенно благоприятствует наливу зерновки и наибольшему накоплению белка.

Содержание белка в зерне на уровне первого класса (14,5%) имели сорта Памяти Азиева, Катюша, Боевчанка, Омская 38, Омская 37 и Лавруша.

Таким образом, с применением удобрений и средств защиты растений возрастает потребление питательных веществ растениями всех изучаемых сортов яровой пшеницы, в результате чего содержание белка в зерне увеличивается с 14,3 до 15,1%.

Клейковина представляет собой гидратированный комплекс белковых соединений с примесью трудноотделимых веществ, связанных адсорбции-

онно [Увеличение..., 2015]. Белки клейковины обладают высокой способностью поглощать воду и набухать, образуя упругий, эластичный и связанный студень, который носит название «сырой клейковины» или просто «клейковины» [Колмаков, 2004].

Исследованиями установлено, что содержание клейковины в зерне имело различия как по сортам (32,5-28,0%), так и по группам спелости яровой мягкой пшеницы (28,3-30,2%) и отнесено к пшенице второго класса (28%), за исключением сорта Омская 33 – 27,1% (таблица 25).

Формирование белка и клейковины в зерне в лесостепи Приобья определяется сортовыми особенностями яровой мягкой пшеницы (на 64 и 73%), однако в зависимости от условий года изменяется их количество [Власенко, Слободчиков, 2010].

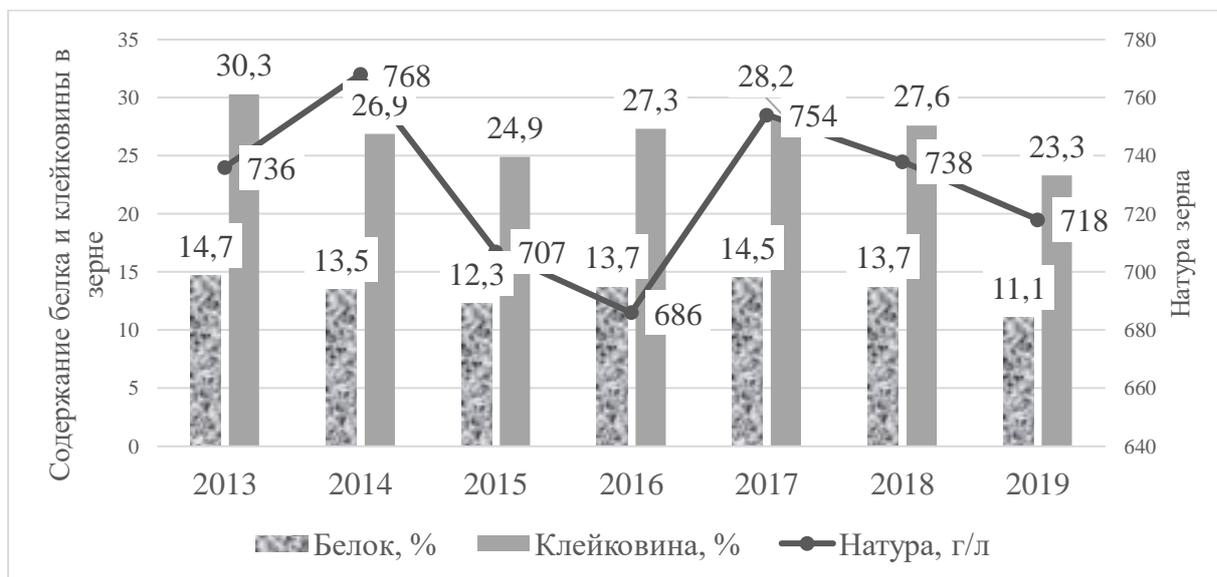
В наших исследованиях установлено, что с применением средств интенсификации повышается содержание клейковины в зерне. Обработка посевов гербицидами способствовала в целом ее накоплению на 1,1-2,0%, у сортов Памяти Азиева, Дуэт, Светланка, Омская 37 и Лавруша – до 0,9%. Химическая прополка посевов на удобренном фоне увеличила содержание клейковины в зерне на 1,7-2,4%, у сортов Омская 36, Омская 33, Дуэт и Лавруша – до 0,8%, комплексная химизация – на 1,1-2,6%.

Качественные характеристики биотипов сортов яровой пшеницы по содержанию белка и клейковины в зерне имели отрицательную сопряженность (0,42 – 0,62), что объясняется «эффектом разбавления» - чем выше урожайность, тем меньше количество белка. Отмечено, что с повышением урожайности увеличивалась натура зерна (0,61 – 0,80) и масса 1000 зерен (0,82 – 0,93).

Власенко Н.Г., Слободчиков А.А. (2010), Колмаков Ю.В. и др. (2014) установили, что относительно низким содержанием клейковины и белка в зерне отличался сорт Омская 33. В наших исследованиях прослеживается аналогичная закономерность: содержание белка у данного сорта составляло 13,6% при содержании клейковины 27,1%.

Математическая обработка данных по содержанию клейковины в зерне показала, что ее количество, в первую очередь, зависит от сложившихся погодных условий в период вегетации растений ($V=50\%$), сорта яровой пшеницы ($V=32\%$) и применения средств интенсификации ($V=18\%$).

Исследования, проведенные в 2013-2016 гг., показывают, что наибольшее содержание белка (14,7%) и клейковины (30,3%) в зерне яровой мягкой пшеницы сорта Омская 36 отмечено в увлажненном 2013 году (ГТК 1,08), наименьшее – в 2015 г (ГТК 1,08). Низкая натура зерна сформировалась во влажном 2016 году (686 г/л), а наибольшая – 768 г/л в засушливом 2014 г. (ГТК 0,68), или на 82 г/л меньше (10,7%), рисунок 21.



Натура: НСР₀₅ фактор А (средства интенсификации) – 4,6; В (годы исследований) – 3,2;
 Белок: НСР₀₅ фактор А (средства интенсификации) – 0,2; В (годы исследований) – 0,7;
 Клейковина: НСР₀₅ фактор А (средства интенсификации) – 0,7; В (годы исследований) – 0,5.

Рисунок 21 – Качественные показатели зерна пшеницы мягкой яровой сорта Омская 36 в 2013-2019 гг.

Высоконатурное зерно выполнено полноценно, в нем относительно больше содержится эндосперма и меньше – оболочек. При прочих равных условиях из высоконатурных партий зерна пшеницы получают наибольший выход муки. Натура зерна, очищенного от примесей служит ориентировочным показателем мукомольных качеств. Так, например, по данным лаборатории качества зерна СибНИИСХ при размоле пшеницы с натурой 801 и 764 г/л выход муки различался на 1,2% [Новоселов, 2009; Увеличение..., 2015]. Натура зерна – весьма изменчивый показатель, зависящий от сорта, условий произрастания, влажности, поверхности и формы зерна, а также от наличия сорных примесей [Дьякону и др., 2010].

Следует отметить некоторые изменения натуры зерна при внесении удобрений и обработкой растений пшеницы мягкой яровой гербицидами и фунгицидами. Эффективность удобрений определялась не только прибавками урожайности, но и качеством зерна. Влияние таких факторов как гидротермические условия вегетации и сорта имели доминирующее значение (V=45-47%).

Таким образом, согласно ГОСТ Р 52554-2006, по содержанию белка и клейковины в зерне, натурной массе все исследуемые сорта яровой мягкой пшеницы включены в список «сильных». Сорта Омская 37 и Лавруша (744 и 689 г/л, соответственно) имели натуру зерна ниже 750 г/л. По наибольшему содержанию белка в зерне (от 15,3 до 16,1%) отмечены сорта среднеранней и среднепоздней групп спелости (Катюша, Боевчанка,

Омская 37, Лавруша), по количеству клейковины – Катюша, Боевчанка, Омская 35, Омская 37 и Лавруша (30,4-32,5%). Класс пшеницы определяют по наихудшему значению одного из показателей качества зерна. В наших исследованиях установлено, что наихудший показатель технологических свойств зерна по всем сортам – стекловидность зерна (45-56%), что относит все сорта яровой пшеницы к пшенице третьего класса.

ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

7.1 Экономическая оценка

Для практической реализации изучаемых сортов яровой пшеницы недостаточно оценить их агрономическую значимость. Необходимо учитывать экономические показатели, выбрать менее затратные и более продуктивные сорта, и внедрить их в производство.

Агроэкономическая эффективность того или иного сорта в значительной степени зависит от его экономической оценки, основными показателями которой является себестоимость единицы продукции, чистый доход и уровень рентабельности.

Стоимость конечной продукции определяется ценой, сложившейся в регионе, затратами на возделывание сортов яровой пшеницы, которые установлены технологическими картами. Использование нормы выработки, тарифные ставки, цены на ГСМ, средства интенсификации и другие нормативные материалы в ценах 2013 г. Расчет проводили по сложившимся закупочным ценам на семена 9558 руб./тонна, удобрения (аммофос) – 22800 руб./т. Цена реализации продукции была рассчитана исходя из средней по региону 6850 руб./тонна. При повышении затрат и стоимости продукции с 2013 года соотношение экономических параметров производства зерна осталось в значительной степени прежним.

Себестоимость произведенной продукции – объективный экономический показатель, который представлен затратами на производство и реализацию единицы продукции. Без применения средств интенсификации наибольшая себестоимость тонны зерна отмечена у сортов Катюша, Омская 38 и Омская 28 (2258-2375 руб./т), а минимальная – у сортов Боевчанка, Омская 33 и Омская 37 (1753-1814 руб./т), что на 444-616 руб. или 24-35% меньше. На удобренном фоне с гербицидами себестоимость зерна в среднем снизилась на 598 руб. (29,3%), а с применением комплексной химизации, при существенном повышении продуктивности яровой пшеницы – на 536 руб. (26,2%) в сравнении с контрольным вариантом (таблица 26 и 27).

Технологическая оценка возделывания изучаемых сортов пшеницы показала, что комплексное применение средств интенсификации обеспечивает более высокие экономические результаты. Применение гербицидов, а также гербицидов с внесением удобрений перед посевом культуры позволило получить прибыль в среднем по сортам 856-1534 руб./га или на 7,4-13,3% больше в сравнении с контрольным вариантом. Наибольшее повышение прибыли было получено при применении комплексной химизации на 2062 руб./га или 17,9% по отношению к экстенсивной технологии.

Выявлено, что в среднем по опыту прибыль с 1 га составила 12626 рублей, причем у среднеспелого биотипа она была наибольшей (13239 руб./га), выделяются сорта: Боевчанка, Омская 33 и Омская 37.

Таблица 26 – Себестоимость продукции (руб./тонна) при возделывании сортов пшеницы мягкой яровой

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации				Среднее по сорту
	контроль	гербициды	гербициды, удобрения	комплексная химизация	
Среднеранняя группа спелости					
Памяти Азиева	2183	2113	2881	2872	2512
Омская 36	2070	2098	2799	2739	2427
Катюша	2375	2406	3055	3006	2711
Боевчанка	1759	1815	2558	2584	2179
Среднее	2097	2108	2823	2800	2457
Среднеспелая группа спелости					
Омская 33	1793	1716	2330	2412	2063
Омская 38	2323	2271	2823	2783	2550
Дуэт	1809	1788	2374	2459	2108
Светланка	1984	1965	2625	2494	2267
Среднее	1977	1935	2538	2537	2247
Среднепоздняя группа спелости					
Омская 28	2258	2305	3008	2586	2539
Омская 35	1973	1956	2541	2512	2246
Омская 37	1814	1787	2275	2205	2020
Лавруша	2158	1763	2408	2275	2151
Среднее	2051	1953	2558	2395	2239
Среднее по фону	2042	1999	2640	2577	2314

Таблица 27 – Прибыль (руб./га) при выращивании сортов пшеницы мягкой яровой

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации				Среднее по сорту
	контроль	гербициды	гербициды, удобрения	комплексная химизация	
Среднеранняя группа спелости					
1	2	3	4	5	6
Памяти Азиева	9800	11368	10240	10901	10577
Омская 36	11376	12261	11221	12291	11787
Катюша	10562	11243	10474	11340	10905
Боевчанка	12626	13444	12061	12585	12679

1	2	3	4	5	6
Среднее	11091	12079	10999	11779	11487
Среднеспелая группа спелости					
Омская 33	13099	15350	14510	14556	14379
Омская 38	11092	12455	12163	13097	12202
Дуэт	12352	13920	13698	13745	13429
Светланка	11923	13286	12381	14202	12948
Среднее	12117	13753	13188	13900	13239
Среднепоздняя группа спелости					
Омская 28	11434	12046	10797	14667	12236
Омская 35	12777	14143	13575	14577	13768
Омская 37	12339	13975	14641	16258	14303
Лавруша	8774	13073	12660	14686	12298
Среднее	11331	13309	12918	15047	13151
Среднее по фону	11513	13047	12368	13575	12626

Применение комплексной химизации заметно повышает затраты на 1 га при выращивании сортов яровой пшеницы. Так, наименьшие затраты в среднем по вариантам интенсификации составили от 6005 до 6093 руб./га у сортов Боевчанка, Дуэт и Омская 37.

На экстенсивном фоне в среднем по сортам затраты на 1 га составили 4865 руб., на удобренном фоне с гербицидами они возрастали на 2832 руб. (58,2%) и на варианте с применением комплексной химизации – на 3269 руб. или 67,2%.

На вариантах с применением удобрений и средств защиты растений затраты на получение урожая культуры возрастали до 8134 руб./га, однако, наблюдался рост прибыли (13575 руб.) с одного гектара за счет увеличения урожайности зерна до 3,17 т/га.

Установлено, что при применении средств химизации снижается себестоимость продукции и, как следствие, увеличивается рентабельность производства зерна (таблица 28). Расчет экономической эффективности выращивания сортов яровой пшеницы показал, что на всех сортах отмечено снижение уровня рентабельности относительно экстенсивной технологии. На вариантах с применением минеральных удобрений затраты на получение урожая сортов яровой пшеницы возрастали (за счет высокой цены на фосфорные удобрения) с незначительным ростом прибыли с одного гектара (856-2063 руб./га или 7,4-17,9%).

Таблица 28 – Рентабельность (%) производства зерна при выращивании сортов пшеницы мягкой яровой

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации				Среднее по сорту
	контроль	гербициды	гербициды, удобрения	комплексная химизация	
Среднеранняя группа спелости					
Памяти Азиева	114	124	38	39	79
Омская 36	131	127	45	50	88
Катюша	88	85	24	28	56
Боевчанка	189	177	68	65	125
Среднее	131	128	44	46	87
Среднеспелая группа спелости					
Омская 33	182	199	94	84	140
Омская 38	95	102	43	46	72
Дуэт	179	183	89	79	133
Светланка	145	149	61	75	108
Среднее	150	158	72	71	113
Среднепоздняя группа спелости					
Омская 28	103	97	28	65	73
Омская 35	147	150	70	73	110
Омская 37	178	183	101	111	143
Лавруша	117	188	84	101	123
Среднее	136	155	71	88	112
Среднее по фону	139	147	62	68	104

Рассматривая рентабельность возделывания яровой мягкой пшеницы, можно выделить наиболее доходную группу спелости – среднеспелая при применении гербицидов и удобрений (72%), на варианте с комплексным применением средств интенсификации (88%) – среднепоздняя. У среднеспелой группы сортов для контрольного варианта рентабельность составила 150%, при проведении химической прополки посевов культуры – 158%. С увеличением продуктивности зерна и применением комплексной химизации у среднепозднего биотипа сортов прибыль возрастала до 15047 руб./га или на 3716 рублей с 1 га (32,8%) в сравнении с контролем. Однако рентабельность агротехнологий из-за высокой стоимости минеральных удобрений заметно снижается до 46-48%.

Относительный показатель экономической эффективности – рентабельность – комплексно отражает степень эффективности использованных материальных, трудовых и денежных ресурсов. Рентабельность выращивания сортов с применением химпрополки на сортах Боевчанка (177%), Омская 33 (199%), Омская 37 (183%) и Лавруша (188%) повышается в

среднем до 147%, что обеспечивает наибольшую прибыль с 1 га. На удобренном варианте с гербицидной обработкой посевов наиболее выгодным показал себя сорт Омская 37 с рентабельностью 101%. Более отзывчивыми на комплексную химизацию были сорта Боевчанка (65%), Омская 33 (84%), Омская 37 (111%) и Лавруша (101%).

Таким образом, наиболее высокоурожайными и прибыльными в наших исследованиях были сорта: Боевчанка, Омская 38, Дуэт и Омская 37. Оценка экономической эффективности возделывания сортов яровой пшеницы выявила, что лучшие экономические показатели по сравнению с экстенсивным фоном получены при комплексном применении средств интенсификации с итоговой прибылью до 11,8-15,0 тыс. руб./га.

7.2 Биоэнергетическая оценка

В энергетическом балансе агроценоза основным источником энергии, обеспечивающим формирование урожая, является солнце. Суммарная радиация, приходящая на 1 га в лесостепной зоне Западной Сибири за вегетационный период зерновых яровых, оценивается в $207,665 \cdot 10^5$ МДж и фотосинтетически активная радиация – $103,414 \cdot 10^5$ МДж. Однако большая часть солнечной энергии расходуется на транспирацию (35%) и на нагрев растений (14%), тогда как за счет фотосинтеза аккумулируется только около 1% суммарной солнечной радиации. Энергию, затраченную на транспирацию и нагрев, следует считать «работающей» на урожай, поскольку эти два взаимосвязанных процесса обеспечивают необходимый водный и температурный режим при фотосинтезе. Практический же вклад солнечной энергии в формирование урожая еще выше потому, что она необходима для нагрева почвы до начала вегетационного периода, а также для активной деятельности живых организмов в почве [Неклюдов и др., 1993].

Жизнь на Земле основана на фотосинтезе, обеспечивающем организмы пищей и кислородом. Весь кислород в атмосфере – результат фотосинтеза. Растения используют для фотосинтеза малую часть доступной солнечной энергии: сахарный тростник – в среднем за год не более 2%, зерновые – 1% [Красновский, 2005].

В настоящее время широкое распространение получила энергетическая оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур, которая заключается в соотношении количества накопленной энергии растительным сообществом с затратами антропогенной. Затраты антропогенной энергии – важнейший фактор увеличения производительности в земледелии, требующий значительных расходов невозобновимого органического топлива, при одновременном увеличении энергетической цены сельскохозяйственной продукции [Неклюдов и др., 1993].

Применение удобрений в сельском хозяйстве должно быть энергетически целесообразным. По оценке ученых, удельный вес удобрений в приросте урожая составляет в Российской Федерации: Черноземная зона – 40-50%, Нечерноземная – 60-70% [Ермохин, Неклюдов, 1994].

В современном (интенсивном) земледелии повышается культура земледелия. Появились приемы и средства увеличения урожайности зерна сельскохозяйственных культур и воздействие на плодородие почвы: минеральные удобрения, мелиоративные обработки, химические препараты для защиты посевов от вредителей, болезней и сорняков, и технических средств. Минеральные удобрения наряду с мобилизацией природных запасов питательных веществ почвы и улучшением доступности их для растений активно содействуют повышению энергии в самой почве [Коринец, 2007].

На основании полученных данных по методике Ермохина Ю.И., Неклюдова А.Ф. (1994) проведены расчеты энергетических затрат, выхода валовой энергии с основной и побочной продукции в зависимости от используемых сортов яровой пшеницы и применяемых средств интенсификации.

Расчеты биоэнергетической эффективности при производстве зерна сортов яровой мягкой пшеницы показали, что затраты совокупной энергии на 1 га площади возрастают при насыщении культуры средствами интенсификации (таблица 29). В структуре затрат совокупной энергии основная доля приходилась на семена (48,8-69,5%), топливо и электроэнергию (14,7-17,3%), машины и оборудование (9,1-12,0%) и далее – на средства интенсификации (1,5-24,3%).

Таблица 29 – Структура затрат совокупной энергии на 1 га посева сортов яровой пшеницы по паровому предшественнику

Статьи затрат	Вариант интенсификации							
	контроль		гербициды		гербициды и удобрения		комплексная химизация	
	ГДж	%	ГДж	%	ГДж	%	ГДж	%
Машины и оборудование	1,17	12,0	1,21	12,0	1,23	9,1	1,27	9,1
Живой труд	0,18	2,0	0,20	2,0	0,21	1,5	0,21	1,5
Семена	6,78	69,5	6,78	67,2	6,78	50,7	6,78	48,8
Топливо и электроэнергия	1,61	16,5	1,74	17,3	1,98	14,7	2,29	16,3
Удобрения и пестициды	0,0	0,0	0,15	1,5	3,24	24,0	3,40	24,3
Итого	9,74	100,0	10,08	100,0	13,44	100,0	13,96	100,0

Расчеты биоэнергетической эффективности сортов среднеранней группы спелости показали, что затраты совокупной энергии были наименьшими у сорта Боевчанка как на контрольном варианте, так и с использованием комплексной химизации (8,7-12,7 ГДж/га), у сорта Катюша затраты совокупной энергии (11,3-15,4 ГДж/га) повышались на 24%, таблица 30.

Коэффициент энергетической эффективности показывает во сколько раз чистый доход превышает энергетические затраты. Установлено, что у среднераннего биотипа при применении гербицидов он был наибольшим (4,2). На варианте применения гербицидов и удобрений энергетический коэффициент снизился до 3,3 или на 27% в среднем у всех сортов данного биотипа. С применением комплексной химизации на изучаемых сортах яровой пшеницы показатель незначительно увеличился до 3,4. В среднем по фонам химизации энергетический коэффициент был наибольшим у сортов Омская 36 (3,7) и Боевчанка (4,3).

Таблица 30 – Биоэнергетическая эффективность производства зерна среднеранней группы спелости яровой пшеницы

Сорт яровой пшеницы	Средства интенсификации				Среднее
	контроль	гербициды	гербициды + удобрения	комплексная химизация	
1	2	3	4	5	6
Затраты совокупной энергии, ГДж/га					
Памяти Азиева	9,1	9,5	12,9	13,2	11,2
Омская 36	9,9	10,2	13,6	13,9	11,9
Катюша	11,3	11,7	15,0	15,4	13,3
Боевчанка	8,7	9,0	12,4	12,7	10,7
Среднее	9,7	10,1	13,4	13,8	11,8
Выход валовой энергии, ГДж/га					
Памяти Азиева	34,3	39,1	42,1	44,7	40,0
Омская 36	38,8	42,1	45,2	48,8	43,7
Катюша	38,5	41,3	45,0	48,1	43,2
Боевчанка	40,5	43,6	45,8	48,1	44,5
Среднее	38,0	41,5	44,5	47,4	42,9
Приращение энергии, ГДж/га					
Памяти Азиева	25,1	29,6	29,2	31,5	28,9
Омская 36	29,0	31,9	31,6	34,8	31,8
Катюша	27,2	29,6	30,0	32,8	29,9
Боевчанка	31,8	34,5	33,5	35,4	33,8
Среднее	28,3	31,4	31,1	33,6	31,1

1	2	3	4	5	6
Энергетический коэффициент					
Памяти Азиева	3,8	4,1	3,3	3,4	3,6
Омская 36	3,9	4,1	3,3	3,5	3,7
Катюша	3,4	3,5	3,0	3,1	3,3
Боевчанка	4,7	4,8	3,7	3,8	4,3
Среднее	3,9	4,2	3,3	3,4	3,7

Таблица 31 показывает, что наименьшие затраты совокупной энергии отмечались у сортов Омская 33 и Дуэт (11,3 и 10,8 ГДж/га), сорт Омская 38 на 2,2-2,7 ГДж/га (19-25%) имел более высокие затраты. На варианте применения комплексной химизации выход валовой энергии был наибольшим и составил 52,6 ГДж/га, на контроле – наименьшим (40,5 или ниже на 30%). Химическая прополка посевов яровой пшеницы позволила увеличить энергетический коэффициент до 4,5, с применением гербицидов на удобренном варианте – снизился до 3,7 (22%). В среднем по фонам химизации у сортов Омская 33 и Дуэт энергетический коэффициент был наибольшим (4,3-4,4), у Омской 38 данный показатель снизился до 3,5 или на 26%.

Таблица 31 – Биоэнергетическая эффективность производства зерна среднеспелой группы спелости яровой пшеницы

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации				Среднее
	контроль	гербициды	гербициды + удобрения	комплексная химизация	
1	2	3	4	5	6
Затраты совокупной энергии, ГДж/га					
Омская 33	9,2	9,6	13,0	13,3	11,3
Омская 38	11,5	11,9	15,2	15,6	13,5
Дуэт	8,8	9,2	12,5	12,9	10,8
Светланка	9,7	10,1	13,4	13,8	11,7
Среднее	9,8	10,2	13,5	13,9	11,8
Выход валовой энергии, ГДж/га					
Омская 33	42,2	48,8	52,4	53,5	49,2
Омская 38	40,0	44,4	49,3	52,5	46,5
Дуэт	40,0	44,9	49,9	51,1	46,4
Светланка	40,0	44,4	47,8	53,2	46,3
Среднее	40,5	45,6	49,8	52,6	47,1
Приращение энергии, ГДж/га					
Омская 33	33,0	39,2	39,4	40,2	37,9
Омская 38	28,5	32,5	34,1	37,0	33,0
Дуэт	31,2	35,7	37,4	38,2	35,6

1	2	3	4	5	6
Светланка	30,3	34,3	34,4	39,4	34,6
Среднее	30,7	35,4	36,3	38,7	35,3
Энергетический коэффициент					
Омская 33	4,6	5,1	4,0	4,0	4,4
Омская 38	3,5	3,8	3,2	3,4	3,5
Дуэт	4,5	4,9	4,0	4,0	4,3
Светланка	4,1	4,4	3,6	3,9	4,0
Среднее	4,2	4,5	3,7	3,8	4,1

Таблица 32 – Биоэнергетическая эффективность производства зерна среднепоздней группы спелости яровой мягкой пшеницы

Сорт яровой пшеницы	Вариант интенсификации				Среднее
	контроль	гербициды	гербициды + удобрения	комплексная химизация	
Затраты совокупной энергии, ГДж/га					
Омская 28	11,3	11,7	15,0	15,4	13,4
Омская 35	10,4	10,7	14,1	14,4	12,4
Омская 37	8,8	9,2	12,6	13,0	10,9
Лавруша	8,2	8,4	11,7	12,1	10,1
Среднее	9,7	10,0	13,3	13,7	11,7
Выход валовой энергии, ГДж/га					
Омская 28	40,6	43,2	45,8	56,1	46,4
Омская 35	42,7	47,1	51,4	54,8	49,0
Омская 37	40,0	45,0	52,2	57,1	48,6
Лавруша	41,9	41,9	46,5	52,4	45,7
Среднее	41,3	44,3	49,0	55,1	47,4
Приращение энергии, ГДж/га					
Омская 28	29,3	30,8	31,5	40,7	33,1
Омская 35	32,4	36,4	37,3	40,4	36,6
Омская 37	31,1	35,8	39,6	44,2	37,7
Лавруша	33,6	33,8	34,8	40,3	35,6
Среднее	31,6	34,2	35,8	41,4	35,7
Энергетический коэффициент					
Омская 28	3,6	3,7	3,1	3,6	3,5
Омская 35	4,1	4,4	3,7	3,8	4,0
Омская 37	4,5	4,9	4,2	4,4	4,5
Лавруша	5,0	5,1	4,0	4,3	4,6
Среднее	4,3	4,5	3,7	4,0	4,2

Анализ таблицы 32 показал, что затраты совокупной энергии у среднепозднего биотипа сортов были наибольшими у Омской 28 (11,3-15,4 ГДж/га), снижение данного параметра отмечено у Омской 37 и Лавруша на

2,5-3,3 ГДж/га или 23-33%. Энергетический коэффициент понижался в среднем до 3,7 на варианте с применением гербицидов и удобрений, а на варианте с обработкой посевов против сорных растений данный показатель увеличился до 4,5 или на 22%. Высокий энергетический коэффициент был отмечен на сортах Омская 37 и Лавруша (4,5 и 4,6).

Таким образом, биоэнергетическая оценка технологий выращивания яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепной зоны Западной Сибири свидетельствует об эффективности применения средств интенсификации в посевах по паровому предшественнику, особенно у сортов среднеспелого биотипа. Затраты совокупной энергии (11,7-11,8 ГДж/га), выход валовой энергии (42,9-47,4 ГДж/га) и ее приращение (31,1-35,7 ГДж/га) увеличивались по мере применения средств интенсификации у сортов, различающихся по группам спелости и были практически одинаковыми. Выход валовой энергии (от 42,9 до 47,4 ГДж/га) и ее приращение (с 31,1 до 35,7 ГДж/га) повышались по нарастающей от среднераннего до среднепозднего биотипов или на 10 и 15%.

Энергетический коэффициент с применением гербицидов на удобренном варианте был наименьшим (3,3-3,7). При применении комплексной химизации данный показатель увеличился до 3,4-4,0 или на 8-15% на всех сортах относительно экстенсивной технологии. Химическая прополка посевов яровой пшеницы позволила повысить энергетический коэффициент до 4,2-4,5 или на 22-27% относительно удобренного варианта с гербицидами и на 13-24% по сравнению с комплексным применением средств интенсификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интенсификация возделывания адаптивных и более продуктивных сортов пшеницы мягкой яровой в черноземной лесостепи Западной Сибири на основе применения средств комплексной химизации при минимальной обработке почвы способствует повышению урожайности и качества зерна, плодородию почв и снижению энергетических затрат на единицу продукции.

Исследованиями установлены следующие закономерности:

1. В условиях минимальной обработки почвы плотность верхнего слоя составила 1,13 г/см³, коэффициент структурности – 1,68-1,72 и устойчивость поля к дефляции (менее 50 г).

Комплексное применение средств интенсификации способствует снижению коэффициента водопотребления сортов пшеницы яровой в среднем на 38 мм/т или на 27% при более экономном расходе влаги на средне-спелой группе – 81,3 мм/т.

2. Обеспеченность сортов пшеницы элементами питания в период вегетации определялась предшественником (чистый пар) и внесением удобрений перед посевом культуры:

- содержание нитратного азота (N-NO₃) в 0-40 см слое почвы перед посевом сортов пшеницы находилось в градации высокой обеспеченности (по Кочергину А.Е.) – 18,9-19,3 мг/кг, на варианте комплексной химизации – очень высокой (20,0-21,5 мг/кг). К уборке культуры содержание нитратного азота (N-NO₃) снизилось в зависимости от варианта химизации и биотипа до среднего и низкого уровня (9,4-11,3 мг/кг), особенно у среднепоздней группы сортов яровой пшеницы.

- обеспеченность растений подвижным фосфором перед посевом сортов пшеницы яровой находилось в градации (по Чирикову) повышенной и высокой обеспеченности (137,5-167,5 мг/кг). Осенью после уборки урожая зерна культуры, содержание подвижного фосфора в верхнем 0-20 см слое почвы снизилось до 117,5-131,7 мг/кг или в среднем на 13,5-18,0% без существенных различий по вариантам.

- содержание обменного калия в верхнем (0-20 см) слое почвы было очень высоким (308-333 мг/кг), как перед посевом, так и после уборки сортов яровой пшеницы при незначительном снижении в конце вегетации культуры на 5-10 мг/кг.

3. Формирование корневой системы на начальных этапах развития растений определяется биологическими особенностями культуры с применением средств интенсификации.

- при прорастании семян у яровой пшеницы образовалось 3,3-4,0 зародышевых корешка на растение. Количество корешков у среднераннего

биотипа составило в среднем 4,2 шт., у среднеспелого и среднепозднего – 4,3-4,5 шт. (больше до 8%). Наибольшее количество зародышевых корешков отмечено у сортов Дуэт и Омская 35, наименьшее – у сортов Памяти Азиева, Боевчанка и Лавруша.

- применение минеральных удобрений перед посевом сортов пшеницы способствовало улучшению почвенного питания растений и развитию первичной (до 9%) и вторичной корневой системы (13-14%). В среднем длина узлового корня у сортов среднеранней группы спелости составила 5,5 см, у среднеспелой – больше на 5% и у среднепоздней группы – на 7%. Наибольшая длина корешка отмечена у сортов Омская 33 и Омская 37.

4. Увеличению площади флагового и подфлагового листьев в фазу колошения яровой пшеницы способствовало применение удобрений и средств защиты растений. Среди сортов заметно выделялись Омская 38 (19,8 и 15,2 см²), Светланка (20,2 и 15,7 см²) и Лавруша (19,1 и 15,0 см²). Наибольшая площадь флагового и подфлагового листьев (17,7 и 13,8 см²) отмечена у сортов среднеспелой группы.

5. Численность и видовой состав по группам сорных растений в агрофитоценозе сортов яровой пшеницы в значительной степени зависит от применения средств интенсификации. На всех вариантах химизации гербицидная обработка посевов снизила засорение яровой пшеницы почти в 2-3 раза относительного контрольного варианта. Из видового состава в посевах культуры преобладали мятликовые сорняки от 12,2% на контроле до 4,2% при применении гербицидной прополки. Менее засоренный агрофитоценоз отмечен в посевах сортов Боевчанка и Омская 35.

6. Применение химической прополки посевов в сочетании с удобрениями, а также биотип сортов пшеницы мягкой яровой оказали заметное влияние на развитие корневых гнилей. Наименьшее развитие инфекции отмечено на сортах Омская 36 и Дуэт (12,0%), распространение – у сортов Катюша и Омская 33 (43-46%). Сорта Боевчанка и Лавруша имели наибольшее развитие корневой гнили (до 18,8%), а распространение заболевания усиливалось на сортах Омская 38, Омская 37 и Лавруша (55-60%).

7. Развитие листостеблевых болезней во многом определялось сортовыми особенностями яровой пшеницы, гидротермическими условиями вегетации культуры и применения защитных мероприятий. Фунгицидная обработка посевов по первым признакам заболевания позволила существенно снизить развитие инфекции на верхнем ярусе листьев изучаемых сортов яровой пшеницы. На варианте с применением комплексной химизации снижение поражения септориозом составило 2,3 раза (с 5,1 до 2,2%), бурой листовой ржавчиной – с 1,7 до 1,1% и мучнистой росой – в 1,6 раза (с 8,1 до 5%).

8. Комплексное применение гербицидов, удобрений и фунгицидов способствует снижению засоренности агрофитоценоза, улучшению питательного режима и защите растений яровой пшеницы от листостеблевых инфекций, что повышает урожайность зерна в среднем на 0,78 т/га (32,6%), в том числе удобрений на фоне гербицидов – 0,54 т/га (22,5%), фунгицидов – 0,38 т/га (11,2%) и гербицидов – 0,30 т/га (12,4%). Наибольшая отзывчивость на средства интенсификации установлена у сортов Омская 36, Катюша, Боевчанка, Омская 35, Омская 37. От среднеранней к среднепоздней группе сортов отзывчивость на применение компонентов интенсификации повышалась в 1,8 раза (с 0,58 до 1,02 т/га).

9. Сорты по совокупности показателей технологических свойств, определяющих классность сорта сильной пшеницы, формировали в среднем за три года зерно первого-второго класса:

- сорта яровой пшеницы имели натурную массу зерна на уровне первого и второго классов – 750 г/л за исключением Омской 37 (744 г/л – третий класс) и Лавруши (689 г/л – пятый класс).

- наибольшее количество белка сформировано у среднеранней группы спелости (14,4-15,9%), наименьшее – у среднеспелой (13,6-14,8%). Содержание белка на уровне первого класса (14,5%) имели сорта Катюша, Боевчанка, Омская 38, Омская 37.

- содержание клейковины в зерне не имело особых различий как по сортам (32,5-28,0%), так и по группам спелости яровой мягкой пшеницы, и отнесено к пшенице второго класса (28%). Более низкое содержание имел сорт Омская 33 – 27,1%.

10. Дальнейшее изучение пшеницы мягкой яровой сорта Омская 36 выявило, что развитие листовых болезней (септориоза, бурой ржавчины, мучнистой росы) составило от 0,5 до 8,7%. В период 2013-2019 гг. эффективность обработки против комплекса инфекций составляла от 34 до 80%. Прибавка зерна при применении комплексной химизации достигала 1,65 т/га или в 2 раза. Наибольшая натурная масса зерна – 768 г/л формировалась в 2014 году, а наименьшая – в 2016 г. (686 г/л), что меньше на 12%. В зерне яровой мягкой пшеницы сорта Омская 36 наибольшее содержание белка (14,7%) и клейковины (30,3%) отмечено в увлажненном 2013 г. (ГТК 1,08).

11. Экономические показатели выращивания сортов пшеницы яровой по паровому предшественнику показали, что наиболее рентабельные (72-125%) и высокоурожайные (2,73-3,01 т/га) сорта: Боевчанка, Омская 38, Дуэт и Омская 35. Оптимальные экономические параметры по сравнению с контролем получены при комплексном применении средств интенсификации.

12. Биоэнергетическая оценка технологий выращивания яровой пшеницы свидетельствует о высокой эффективности рационального применения средств интенсификации в посевах сортов яровой пшеницы по паровому предшественнику в южной лесостепной зоне Западной Сибири. Затраты совокупной энергии (11,7-11,8 ГДж/га), выход валовой энергии (42,9-47,4 ГДж/га) и приращение энергии (31,1-35,7 ГДж/га) увеличивались по мере применения средств интенсификации и были практически одинаковыми. Выход валовой энергии (от 42,9 до 47,4 ГДж/га) и приращение энергии (с 31,1 до 35,7 ГДж/га) повышались по нарастающей от среднераннего до среднепозднего биотипов или на 10 и 15%.

Химическая прополка посевов яровой пшеницы позволила повысить энергетический коэффициент до 4,2-4,5 или на 22-27% относительно удобренного варианта с гербицидами и на 13-24% по сравнению с комплексным применением средств интенсификации.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Сибирскими селекционерами создан ряд сортов пшеницы яровой, адаптированных к условиям Западной Сибири, которые широко внедряются в сельскохозяйственное производство, как России, так и стран СНГ. При подборе и соотношении биотипов сортов для товаропроизводителей необходимо учитывать их индивидуальные особенности, что позволит более рационально использовать удобрения и средства защиты растений, повысить урожайность и качество зерна.

При нарастании засоренности агрофитоценоза выше экономического порога вредоносности обрабатывать посевы эффективными препаратами против двудольных и мятликовых сорняков. При появлении первых признаков заболевания листостебельных инфекций применять фунгицидную обработку посевов. В условиях повышенной вредоносности комплекса болезней яровой пшеницы эффективно выращивать наиболее устойчивые и отзывчивые сорта на применение комплексной химизации Омская 36, Катюша, Боевчанка, Омская 38, Омская 35.

Комплексное применение гербицидов, удобрений и фунгицидов обеспечивает снижение засоренности агрофитоценоза, улучшение питания растений и защиту яровой пшеницы от листовых болезней, что способствовало увеличению урожайности зерна в среднем на 0,75 т/га (32,6%), удобрений на фоне гербицидов – 0,54 т/га (22,5%) и фунгицидов – 0,30 т/га (12,4%). Наибольшая отзывчивость на средства интенсификации установлена у сортов Омская 36, Катюша, Боевчанка, Светлана, Омская 35 и Омская 37. От среднеранней к среднепоздней группе сортов отзывчивость на применение компонентов интенсификации повышается с 0,58 до 1,02 т/га, или в 1,8 раза.

Применение средств защиты растений в зерносеющих хозяйствах региона экономически оправдано.

С учетом продуктивности зерна и оптимальных сроков уборки целесообразно в южно-лесостепных агроценозах расширение посевов средне-спелой группы сортов пшеницы мягкой яровой до 55-60%.

Библиографический список

1. Аверкина, С.С. Оценка методов определения фосфатов в черноземах Новосибирской области/ С.С. Аверкина, В.Е. Синещев, Г.И. Ткаченко. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. -2011. -№ 11–12.- С. 5–10.
2. Агроклиматические ресурсы Омской области. – Л., 1977. – 188 с.- Текст: непосредственный.
3. Агротехнический метод защиты растений: учеб. пособие / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкин, Г.Я. Стецов / под ред. А.Н. Каштанова // Новосибирск: Изд-во ЮКЭА, 2000. – 336 с. - Текст: непосредственный.
4. Агротехнологии и развитие корневой гнили на яровой пшенице в лесостепи Омской области / А.В. Ломановский, И.А. Корчагина, Л.В. Юшкевич, А.И. Малинина. – Текст: непосредственный // Вестник Омского ГАУ. - 2016. - № 4(24).- С. 26-33.
5. Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири / под ред. В.П. Панфилова.- Изд-во Наука, 1976. – 544 с.- Текст: непосредственный.
6. Агроэкологические особенности возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, О.Ф. Хамова, А. Г. Щитов [и др.]. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2019. – № 4(109). – С. 42-46.
7. Азарова, Л. В. Из истории освоения юга Западной Сибири в период с середины 30-х годов XX до начала XXI столетия: на примере Омской области / Л. В. Азарова. – Текст: непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 3. – С. 30-35.
8. Антипин, А.И. Влияние пара и пропашных культур на урожай яровой пшеницы в 1928 г. – Чита: Печатное дело, 1930. – 78 с.- Текст: непосредственный.
9. Антипина, Л.П. Оценка фосфатного состояния и оптимальные параметры его в почвах Западной Сибири/Л.П. Антипина, Л.П. Малыгина, С.П. Попцов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 1992.- № 2.- С. 12–15.
10. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв/ Е.В. Аринушкина.- М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.- Текст: непосредственный.
11. Ахтариева, Т.С. Влияние сроков посева на период созревания раннеспелых сортов яровой пшеницы/ Т.С. Ахтариева.– Текст: непосредственный// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 2009. – № 8. – С. 13-17.
12. Ашмарина, Л.Ф. Распространенность фитопатогенных грибов в почвах Западной Сибири/ Л.Ф. Ашмарина. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докладов XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Улан-Батор, 20-21 сентября 2018 г. – Новосибирск, 2018. – С. 9–10.
13. Багдасарян, А.С. Биотестирование почв техногенных зон городских территорий с использованием растительных организмов: специальность: автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. биол. наук/ Багдасарян, А.С. – Ставрополь, 2005. – 24 с. - Текст: непосредственный.
14. Балабанова, Н.Ф. Влияние длительного применения удобрений на органическое вещество лугово-черноземной почвы и урожайность зерна яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири: специальность 06.01.04 «Агрохимия»: дис. на соиск. ученой степ. канд. с.-х. наук; ФГБНУ «Омский АНЦ»/ Балабанова Наталья Федоровна. – Новосибирск, 2014. – 120 с.- Текст: непосредственный.

15. Бараев, А.И. Научно-технический прогресс в земледелии степных районов Казахстана/ А.И. Бараев.- Алма-Ата: Кайнар, 1972. – 79 с.- Текст: непосредственный.
16. Барановский, Д.П. Элементы питания и их роль в жизни растений / Д.П. Барановский. – Текст: непосредственный // Агромир черноземья. - 2008. - № 7 (53). – С. 44.
17. Беденко, В.П. Активность фотосинтетического аппарата высокопродуктивных форм пшеницы/ В.П. Беденко, О.И. Сидоренко. – Текст: непосредственный // Фотосинтез и продуктивность растений: сб. науч. тр./ под ред. В.А. Кумакова. – Саратов, 1990. – С. 28-32.
18. Безвиконный, Е.В. Отзывчивость сортов яровой пшеницы на комплексное применение средств химизации/ Е.В. Безвиконный, И.Ф. Храмцов. – Текст: непосредственный// Вестник российской академии сельскохозяйственных наук.- 1993. - № 4. – С 39-43.
19. Беляев, В.И. Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта и дозы внесения удобрений/В.И. Беляев, Л.В. Соколова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. - № 12. – С. 21-24
20. Биологическая активность лугово-чернозёмных почв Омского Прииртышья / О. Ф. Хамова, Л. В. Юшкевич, Н. А. Воронкова, В. С. Бойко, Н. Н. Шулико. – Омск: Омскбланкиздат, 2019. – 94 с. – Текст: непосредственный.
21. Биологическая активность чернозема выщелоченного при длительном применении минеральных удобрений и пестицидов в южной лесостепи Западной Сибири / О.Ф. Хамова, Л.В. Юшкевич, В.Г. Холмов, Н.Ф. Кочегарова. - Текст: непосредственный // Сборник научных работ, посвящ. 170-летию Сибирской аграрной науки. - Омск, 1998. – Т.1. - С. 83-89.
22. Биоэнергетическая оценка севооборотов: метод. рекомендации / подгот.: А.Ф. Неклюдов, В.Д. Киньшакова, О.В. Копейкин. – Новосибирск: СО РАСХН, 1993. – 36 с.- Текст: непосредственный.
23. Бойко, В. С. Изменение калийного состояния почв лесостепи Западной Сибири при длительном сельскохозяйственном использовании / В. С. Бойко, В. Н. Якименко, А. Ю. Тимохин. – Текст: непосредственный // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23, № 11. – С. 66-71.
24. Бойко, В. С. Изменение фосфатного состояния почв лесостепи Западной Сибири при систематическом применении удобрений / В. С. Бойко, А. Ю. Тимохин, В. Н. Якименко. – Текст: непосредственный // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 1. – С. 29-33.
25. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв/ А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина.- 3-е изд. перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1986. - 416 с.- Текст: непосредственный.
26. Вершинин, П.В. Почвенная структура и условия ее формирования / П.В. Вершинин. – М: Изд-во АН СССР, 1958. – 188 с.- Текст: непосредственный.
27. Власенко, А.Н. Отзывчивость среднепоздних сортов яровой пшеницы на фитосанитарные средства и азотные удобрения/ А.Н. Власенко, О.И. Теплякова, Н.Г. Власенко. – Текст: непосредственный// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 2009. - № 5. – С. 5-13.
28. Власенко, Н.Г. Влияние средств химизации на урожайность и качество зерна среднепоздних сортов яровой пшеницы в условиях безотвальной обработки

почвы/ Н.Г. Власенко, Б.И. Тепляков. – Текст: непосредственный // Агро XXI. - 2011. - № 4-6. – С. 20-22

29. Власенко, Н.Г. К вопросу о формировании фитосанитарной ситуации в посевах в системе No-till / Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких, И.Г. Бокина; под общ. ред. А.Н. Власенко. – Новосибирск, 2013. – 124 с.- Текст: непосредственный.

30. Власенко, Н.Г. Оценка влияния фитосанитарных средств на продуктивность среднеспелых сортов яровой пшеницы/ Н.Г. Власенко, А.А. Слободчиков. - Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2009.- № 8 (200). – С. 5-11.

31. Власенко, Н.Г. Эффективность фунгицидов протравителей на посевах яровой пшеницы / Н.Г. Власенко, А.А. Слободчиков. – Текст: непосредственный // Земледелие. - 2011.- № 6. – С. 42-44.

32. Влияние пестицидов на фитотоксичность чернозема типичного Центральной зоны Оренбургской области / М. А. Булгакова, М. В. Елисеева, Е. А. Булгаков, Г. Р. Мирзаев. – Текст: непосредственный // Научные горизонты. – 2017. – № 3. – С. 46-50.

33. Влияние способа обработки почвы на урожай и качество зерна / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич, П.П. Овсянников, С.С. Сеницын. – Текст: непосредственный // Земледелие. - 1988. - № 9. - С. 23.

34. Влияние типа землепользования на физические свойства черноземов лесостепной зоны Западной Сибири /И. Н. Курганова, В. О. Лопес де Гереню, Е. Н. Смоленцева [и др.]. – Текст: непосредственный// Почвоведение.- 2021. - № 9. - С. 1061-1075.

35. Водный режим почвы выщелоченного чернозема и водопотребление зерновых культур в центральной лесостепной зоне Зауралья/ С.Д.Гилев, И.Н. Цымбаленко, А.П. Курлов, О.С. Бастрычкина. – Текст: непосредственный // Алтайский вестник Урала.- 2015.- № 5 (135).- С. 6-9.

36. Воронкова, Н. А. Особенности потребления соей элементов минерального питания / Н. А. Воронкова. – Текст: непосредственный // Сибирская аграрная наука III тысячелетия : тез. докл. конф. молодых ученых СО РАСХН, Новосибирск, 26 апреля 2000 года / ред.: Д.А. Фомин, Е.Д. Удальцов. – Новосибирск: РАСХН. СО, 2000. – С. 90-91.

37. Газета Сибирского отделения Российской Академии сельскохозяйственных наук «Колос Сибири». – 2014. – 28 янв. (№ 28-35. – С. 2-4.

38. Гамзиков, Г.П. Современное состояние агрохимии в Сибири/ Г.П.Гамзиков. – Текст: непосредственный// Бюллетень/ ВИУА. – 2001. - № 115. – С. 94-98.

39. Гамзиков, Г.П. Эффективность азотных удобрений в зависимости от предшественников / Г.П. Гамзиков. – Текст: непосредственный // Научные труды/ ВАСХНИЛ. СО, СибНИИСХ. – Омск, 1973. – Т. 5 (20). - С. 43-47.

40. Гамзикова, О.И. Генетика агрохимических признаков пшеницы / О.И. Гамзикова. - Текст: непосредственный // Гуманитарные науки в Сибири. -1994.- С. 226.

41. Гамзикова, О. И. Этюды по физиологии, агрохимии и генетике минерального питания растений /О. И. Гамзикова. – Новосибирск : Агрос, 2008. – 372 с. – Текст: непосредственный.

42. Генералов, И. Г. Производство зерна в России и в мире/ И. Г. Генералов, С.А.Суслов. –2014. – С. 3-11. URL: www.cyberleninka (Дата обращения 01.11.2017 г.).

43. Гешеле, Э.Э. Очерки развития сибирского земледелия/ Э.Э.Гешеле. - Омск: Обл. кн. изд-во, 1957. – 108 с.- Текст: непосредственный.
44. Глухих М.А. Земледелие: учебное пособие/ М.А. Глухих, О.С. Батраева. – СПб.: Лань, 2019. – 216 с.- Текст: непосредственный.
45. Гончаров, П.Л. Устойчивое ведение растениеводства в Сибири/ П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова. – Текст: непосредственный //Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: сб. тез. ХУ Международ. науч.-практ. конф., 30-31 июля 2012 г. - Петропавловск, 2012. –Т.1. – С. 320-322.
46. Горелов, А.В. Значение селекции и химических средств защиты растений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур/ А.В. Горелов, В.В. Пыльнев, Г.В. Баранов. – Текст: непосредственный //Агро XXI. – 2011. - № 4-6. – С. 17-20
47. Горшенин, К.П. Почвы южной части Сибири / К.П. Горшенин. – М., 1955. – 192 с.- Текст: непосредственный.
48. Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорты растений (официальное издание). – М., 2011. – 328 с.- Текст: непосредственный.
49. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Стандартиформ, 2008. URL: www.opengost.ru.
50. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – М.: Стандартиформ, 2008. URL: www.opengost.ru.
51. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. – М.: Стандартиформ, 2008. URL: www.opengost.ru.
52. Гриценко В.В. Семеноведение полевых культур/ В.В. Гриценко, З.М. Калошина. - М.: 1984. - 272 с.- Текст: непосредственный.
53. Гунькин В. Влияние формы зерна пшеницы на ее натуру / В. Гунькин, Г. Карпиленко, А. Сорокин. - Текст: непосредственный // Хлебопродукты. - 2009. - № 9. – С. 56-57.
54. Гунькин В. Зависимость изменчивости длины зерновки пшеницы от ее формы / В. Гунькин, Г. Карпиленко, А. Сорокин. - Текст: непосредственный // Хлебопродукты. - 2009. - № 11. – С. 50-51.
55. Данилова, А.А. Биологические свойства и детоксикационная активность чернозема выщелоченного в зависимости от количества поступающего растительного вещества / А.А. Данилова. - Текст: непосредственный // Агрохимия.- 2012. - № 9. – С. 64-70.
56. Данилова, А.А. Сочетание естественных и антропогенных факторов в формировании свойств выщелоченного чернозема при почвозащитной обработке / А.А. Данилова. - Текст: непосредственный // Агрохимия, 2013. - № 8. – С. 45-53.
57. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков.- 3-е изд., испр. – СПб.: ВИЗР, 2008. – 76 с.- Текст: непосредственный.
58. Динамика качества зерна, создаваемых сортов мягкой пшеницы / Ю.В. Колмаков, Л.А. Зелова, И.А. Белан, И.В. Пахотина, Е.Ю. Игнатьева. – Текст: непосредственный // Исторические аспекты, состояние и перспективы развития земледелия в Сибири и Казахстане: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию освоения целинных и залежных земель, 12-13 марта 2014 года. – Омск: ЛИТЕРА 2014. – С. 33-34.
59. Динамика развития корневой системы яровой пшеницы в условиях активного проявления засух и различной обеспеченности элементами питания растений /

И.Ф. Медведев, Ф.В. Сиренко, В.И. Ефимова, С.С. Деревягин. - Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК.- 2013. - № 8. – С. 6-10.

60. Добрынин, Г.М. Рост и формирование хлебных и кормовых злаков / Г.М. Добрынин. – Л.: Отд-ние изд-ва Колос, 1969. – 276 с.- Текст: непосредственный.

61. Донец, Е.В. Влияние нефти на прорастание семян основных лесобразующих видов древесных растений подзоны южной тайги Омской области: специальность: автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. биол. наук/ Донец Е.В. – Омск, 2008. – 22 с.- Текст: непосредственный.

62. Доронин, В. Г. Препараты и баковые смеси против листостеблевых инфекций в посевах яровой пшеницы / В. Г. Доронин, Е. Н. Ледовский, С. В. Кривошеина. - Текст: непосредственный // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2019. – № 3(56). – С. 14-23.

63. Доспехов, Б.А. Земледелие с основами почвоведения / Б.А. Доспехов, А.И. Пупонин. – М.: Колос, 1978. – 255 с.- Текст: непосредственный

64. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/ Б.А.Доспехов.- 4-е изд. перераб. и доп. - М., 1979. - 416 с.- Текст: непосредственный.

65. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. - М.: Колос, 1977. – 368 с.- Текст: непосредственный.

66. Дояренко, А.Г. Избранные сочинения/А.Г.Дояренко.- М., Сельхозиздат, 1963. – 495 с.- Текст: непосредственный.

67. Дьякону, А. Качество и перспективы применения зерна яровой мягкой пшеницы в хлебопечении / А. Дьякону, И. Крутиков, В. Верхотуров/ Текст: непосредственный // Хлебопродукты.- 2010. - № 6. – С. 40-41.

68. Евдокимов, М. Г. Зависимость урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов, И. В. Пахотина. - Текст: непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 5(71). – С. 26-31.

69. Едимейчев Ю.Ф. Потенциал земледелия Приенисейской Сибири: монография/ Ю.Ф.Едимейчев, В.Н.Романов; Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние, Краснояр. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2009. – 131 с.- Текст: непосредственный.

70. Ермохин, Ю.И. Почвенно-растительная диагностика «ПРОД-ОмСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография / Ю.И. Ермохин; ОмГАУ. – Омск, 1995. – 208 с.- Текст: непосредственный.

71. Ермохин, Ю.И. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений / Ю.И. Ермохин, А.Ф. Неклюдов. - Омск, 1994. - 44 с.- Текст: непосредственный.

72. Ершов, В.Л. Основы совершенствования технологии возделывания яровой твердой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири: специальность 06.01.01 «Общее земледелие»: дис. на соиск. ученой степ. д-ра с.-х. наук/Ершов В.Л. – Омск, 2001. – 390 с.- Текст: непосредственный.

73. Жаркова, С. В. Качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий возделывания / С. В. Жаркова. - Текст: непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 9-1(48). – С. 17-19. – Текст: непосредственный.

74. Защита растений от вредителей / И.В. Горбачев, В.В. Гриценко, Ю.А. Завхаткин [и др.]; под ред. проф. В.В. Исаичева. – М.: Колос, 2003. – 472 с.- Текст: непосредственный.
75. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области): монография / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ. – Новосибирск, 2003. – 412 с. - Текст: непосредственный.
76. Здоровье почвы агроценозов как атрибут ее качества и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам/ М.С. Соколов, А.И. Марченко, С.С. Санин [и др.]. - Текст: непосредственный // Известия ТСХА. - 2009. – Вып. 1. -С 13-22.
77. Земледелие / под ред. С.А. Воробьева. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1972. – 512 с.- Текст: непосредственный.
78. Зерфус, В.М. Отзывчивость сортов яровой пшеницы на минеральные удобрения / В.М. Зерфус, Н.Ф. Кочегарова. - Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 1981. - № 4. – С. 15-19.
79. Значение калия для растений и содержание его в почве. URL: www.agrotest.com/ru/info (дата обращения 08.04.2017 г.).
80. Зыкин, В.А. Экология пшеницы: монография / В.А. Зыкин, В.П. Шамагин, И.А. Белан.– Омск: Изд-во ОмГАУ, 2000 – 124 с.- Текст: непосредственный.
81. Иванов, П.К. Яровая пшеница / П.К. Иванов. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1971. – 328 с. - Текст: непосредственный.
82. Измаильский, А.А. Как высохла наша степь/ А.А. Измаильский.- Л.: Сельхозгиз., 1937. - 76 с. - Текст: непосредственный.
83. Интенсификация производства зерна в лесостепи/ В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич, О.Ф. Хамова, Н.Ф. Кочегарова. – Текст: непосредственный// Материалы научных чтений, посвящ. 100-летию закладки полевых опытов И.И. Жилинским, 8 июля 1997 г., Краснообск / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1997. – С. 204-207
84. Исайчев, В. А. Влияние жидких минеральных удобрений на продукционные процессы яровой пшеницы / В. А. Исайчев, Н. Н. Андреев, Ф. А. Мударисов/ Текст: непосредственный // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2021. – № 2(35). – С. 15-20.
85. Казанцев В.П. Основы научных исследований в растениеводстве: учебное пособие / В.П. Казанцев. – Тара: Изд-во ТФ ОмГАУ, 2008. – 182 с.- Текст: непосредственный.
86. Караваева Н.А. Постагrogenное восстановление свойств черноземов и растительности на датированных залежах/ Н.А. Караваева, Е.А. Денисенко; Почв. ин–т. им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. – М., 2008. - 305 с. - Текст: непосредственный.
87. Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными СибНИИСХ и включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ за период 1924-2020 гг./ОмАНЦ; под общ. ред. М.С. Чекусова Р.И. Рутца. – Омск : ФГБНУ "Омский АНЦ", 2021. – 112 с. – Текст: непосредственный.
88. Качество зерна пшеницы, выращенной по предшественникам в Южной лесостепи / Ю. В. Колмаков, В. В. Чибис, И. В. Пахотина, А. Л. Пристаюк. - Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4(54). – С. 18-20.
89. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение/ В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 2010. – 687 с.- Текст: непосредственный.

90. Кирюшин, В.И. Яровая пшеница: интенсивные технологии / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко, В.А. Чулкина. – Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 1988. – 160 с.- Текст: непосредственный.
91. Кирюшин, В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика/ В.И. Кирюшин. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 473 с.- Текст: непосредственный.
92. Киселев, А.П. Минеральное питание и качество зерна сортов яровой пшеницы в связи с применением удобрений / А.П. Киселев, Л.Н. Киселева, Г.Л. Глушченко. - Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 1971. - № 4. – С. 35-42.
93. Климашевский, Э.Л. Специфика генотипических реакций растений на удобрения/ Э.Л. Климашевский. - Текст: непосредственный// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 1972. - № 5 (11). – С. 7-14
94. Колмаков, Ю.В. Оценка материала пшеницы в селекции и повышение потенциала его качества в зернопроизводстве и хлебопечении: монография / Ю.В. Колмаков. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 268 с.- Текст: непосредственный.
95. Кореньков, Д.А. Минеральные удобрения. Азотные. / Д.А. Кореньков; Всесоюз. о-во Знание. – М.,1964. – С. 3-9.- (Библиотечка по агрохимии). - Текст: непосредственный.
96. Коринец, В.В. Экологическая функция растительного генофонда / В.В. Коринец, А.В. Коринец. – Астрахань: Новая Линия, 2007. – 166 с.- Текст: непосредственный.
97. Корчагина, И. А. Корневые и листовые болезни при повторном посеве пшеницы яровой в лесостепи Западной Сибири / И. А. Корчагина, Л. В. Юшкевич/ Текст: непосредственный// Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, "цифра", окружающая среда (AgroProd 2021) : материалы междунар. науч.-практ. конф., Омск, 28 июля 2021 года. – Омск: ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 55-61.
98. Корчагина, И.А. Развитие корневой гнили на различных сортах яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири / И.А. Корчагина.- Текст: непосредственный// Проблемы и перспективы развития АПК в работах молодых ученых: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 185-л. Сибирской аграрной науки и 80-летию ГНУ СибНИИСХ, г. Омск, 3-4 июля 2013 г. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ. – Омск: Вариант-Омск, 2013. – С. 33-38.
99. Кочегарова, Н.Ф. Отзывчивость сортов яровой пшеницы на удобрения и использование растениями внесенного азота/ Н.Ф. Кочегарова. – Текст: непосредственный// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 1988. - № 2 (104). – С. 9-12.
100. Кочегарова Н.Ф. Отзывчивость зерновых и зернобобовых культур на минеральные удобрения/ Н.Ф. Кочегарова, И.Ф. Храмцов Н.А. Воронкова. - Текст: непосредственный //Вестник ОмГАУ. - 2004. - № 3. – С. 39-43.
101. Кочергин, А.Е. Итоги изучения удобрений в Западной Сибири / А.Е. Кочергин. - Текст: непосредственный // Сибирская сельскохозяйственная наука за 50 лет: научные труды. - Омск, 1968. – № 13. - С. 47-59.
102. Кочергин, А.Е. Пути повышения эффективности удобрений/ А.Е. Кочергин, З.М. Гирфанов. - Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 1980. - №6(60). – С.1-8.
103. Кошелев, Б.С. Экономическая оценка почвозащитных технологий: метод. рек/ Б.С. Кошелев.- Новосибирск, 1977.- 34 с. - Текст: непосредственный.

104. Кошелев, Б. С. Зональная эффективность размещения и специализации зерновых культур в Омской области / Б. С. Кошелев, Е. А. Асташова. - Текст: непосредственный // Экономические науки. - 2021. – № 205. – С. 296-303.
105. Кошелев, Б. С. Производительность труда: современные проблемы теории и практики роста / Б. С. Кошелев, Ю. А. Мирошников, Л. Л. Бушухина. - Текст: непосредственный // Никоновские чтения. – 2018. – № 23. – С. 271-273.
106. Кравцова, Н. Е. Фосфор в черноземах Нижнего Дона / Н. Е. Кравцова, Ю. А. Цупор. - Текст: непосредственный // Вестник научных конференций. – 2015. – № 4-3(4). – С. 64-66.
107. Красницкий, В.М. Практическое использование диагностики азотного питания растений в сельскохозяйственном производстве/ В.М. Красницкий. URL: <http://agrohimpentr-omsk.ru / stati> (Дата обращения 22.04.2017 г.). – Текст: электронный.
108. Красницкий, В.М. Агрехимическая характеристика и плодородие почв Омской области/ В.М.Красницкий. – Омск, 1999. – 51 с.- Текст: непосредственный.
109. Красновский, А.А. Биологическое преобразование солнечной энергии / А.А. Красновский.- Текст: непосредственный // Экология и жизнь.- 2005. - № 1 (42). – С. 42-46.
110. Кубарев, В.А. Влияние сорта на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в подтаёжной зоне Омской области/ В.А.Кубарев. - Текст: непосредственный // Известия Оренбургского ГАУ.- 2014. – № 2. – С. 52-54.
111. Кузнецова, Е.А. Посевные и урожайные качества семян яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья: специальность: автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. с.-х. наук/ Кузнецова Е.А.. – Тюмень, 2012. – 15 с.- Текст: непосредственный.
112. Кулешов, Н.Н. Произрастание яровой пшеницы на полях Омской области / Н.Н. Кулешов; под ред. М.С. Каргаполова. – Омск: Изд-во ОГИЗ, 1947. -152 с. - Текст: непосредственный.
113. Кураченко, Н.Л. Изменение структурного состояния черноземов Красноярской лесостепи/ Н.Л. Кураченко; Почв. ин–т. им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. – М., 2008.- 326 с.- Текст: непосредственный.
114. Курбанов, С.А. Земледелие: учебное пособие для среднего профессионального образования. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2022. – 274 с.- Текст: непосредственный.
115. Курганова, И.Н. Влияние типа землепользования на физические свойства черноземов лесостепной зоны Западной Сибири / И. Н. Курганова, В. О. Л. д. Гереню, Е. Н. Смоленцева [и др.]. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 2021. – Т. 55, № 9. – С. 1061-1075.
116. Левитин, М.М. Сельскохозяйственная фитопатология: учебное пособие для среднего профессионального образования / М.М. Левитин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2023. – 283 с.- Текст: непосредственный.
117. Ледовский, Е.Н. Эффективность системного применения гербицидов и фунгицидов на юге Западной Сибири/Е.Н. Ледовский. - Текст: непосредственный // Актуальные проблемы земледелия и растениеводства: IV Междунар. науч. конф. молодых учёных и аспирантов, 3-4 декабря 2009 г. / М-во сел. хоз-ва Респ. Казахстан, КазНИИЗиР. – Алмабалык, 2009. – С. 31-34.

118. Лощина, А.М. Площадь листьев в фазу колошения у сортов и гибридов F₁ яровой мягкой пшеницы на разных фонах выращивания/ А.М. Лощина, Г.Я. Козлова, Н.А. Калашник. - Текст: непосредственный // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур: докл. и сообщ. VIII генетико-селекционной шк., 11-16 ноября 2002 г.. – Новосибирск, 2002. – С. 266-270.

119. Лубнин, А.Н. Селекция сортов яровой мягкой пшеницы на адаптивность и высокое содержание зерна в Сибири / А.Н. Лубнин, В.В. Советов. - Текст: непосредственный // Пути стабилизации урожая и повышение качества сельскохозяйственной продукции: материалы науч.-метод. конф., посвящ. 170-л. оп. дела, Омск, 30-31 июля 1998 г. / РАСХН СО, СибНИИСХ. – Новосибирск, 1998. – С. 28-30.

120. Макаров, А.Р. Ресурсы почвенной влаги в засушливом земледелии Западной Сибири / А.Р. Макаров, М.Е. Черепанов, Л.В. Юшкевич. – Омск, 1992. – 146 с.- Текст: непосредственный.

121. Малько, А.М. Методика оценки проростков семян / А.М. Малько, В.Ю. Кистанова. - М.: ЗАО «Московские учебники – СиДи-пресс», 2008. – 176 с.- Текст: непосредственный.

122. Марьина-Чермных, О. Г. Возможность использования почвенных грибов для биологической борьбы с корневыми гнилями зерновых культур / О. Г. Марьина-Чермных. - Текст: непосредственный // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2016. – Т. 2. – № 2(6). – С. 33-37.

123. Марьина-Чермных, О. Г. Динамика поражения болезнью корневая гниль зерновых культур / О. Г. Марьина-Чермных. - Текст: непосредственный // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2020. – № 22. – С. 31-35.

124. Машковская, Э. Д. Влияние удобрения на распространённость семенной инфекции мягкой яровой пшеницы / Э. Д. Машковская, Д. М. Щеклеин. - Текст: непосредственный // Студенческая наука - взгляд в будущее: материалы XVI Всерос. студенческой науч. конф., Красноярск, 24–26 марта 2021 года.– Красноярск: КрасГАУ, 2021. – Ч.1. - С. 24-27.

125. Маячкина, Н.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки / Н.В. Маячкина, М.В. Чугунова. - Текст: непосредственный // Вестник Нижегородского ун-та, 2009. - № 1. – С. 84-93.

126. Методика и техника учета сорняков: научные труды/ НИИСХ Юго-Востока. - Саратов, 1969.- Вып. 26. – 197 с.- Текст: непосредственный.

127. Методические рекомендации по определению зараженности семян зерновых культур грибными патогенами. –Л.-Пушкин: ВИЗР, 1989. – 46 с.- Текст: непосредственный.

128. Методические рекомендации по учету засоренности на полях Омской области / СибНИИСХ; под ред. П.Ф. Ионина. - Омск, 1982. – 15 с.- Текст: непосредственный.

129. Методические указания по определению некоторых физиологических показателей растений пшеницы при сортоизучении / Совет по науч.-метод. рук-ву селекционными центрами при Президиуме ВАСХНИЛ. Науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Юго-Востока, 1985. – 129 с.- Текст: непосредственный.

130. Микромицеты *Alternaria* spp. и *Bipolaris sorokiniana* и микотоксины в зерне, выращенном в Уральском федеральном округе / А.С. Орина, О.П. Гаврилова,

Т.Ю. Гагкаева, Ф.Б. Ганнибал. - Текст: непосредственный // Микология и фитопатология.- 2020.- Т. 54, № 5. – С. 365-377.

131. Милащенко, Н.З. Управление плодородием почв в интенсивном земледелии/ Н.З. Милащенко. - Текст: непосредственный // Воспроизводство плодородия почв: тез. докл. науч.-практ. конф. – Омск, 1988. – С. 8-37.

132. Милащенко, Н.З. Некоторые итоги изучения борьбы с сорняками/ Н.З. Милащенко. - Текст: непосредственный// Сибирская сельскохозяйственная наука за 50 лет: науч. тр.– Омск, 1968. – № 13. - С. 43-45.

133. Минеев, В. Г. Развитие представлений об экологических функциях агрохимических средств в агроценозе / В. Г. Минеев, Л. П. Воронина. – Текст: непосредственный // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – № 3. – С. 39-45.

134. Мищенко, Л.Н. Диагностика и классификация почв Западной Сибири и их сельскохозяйственное использование / Л.Н. Мищенко, А.И. Семенкин, В.И. Убатов: учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 68 с.- Текст: непосредственный.

135. Мищенко, Л.Н. Почвы Западной Сибири: учеб. пособие / Л.Н. Мищенко, А.Л. Мельников. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 248 с.- Текст: непосредственный.

136. Мищенко, Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование: учебное пособие / ОмСХИ. – Омск, 1991. – 164 с.- Текст: непосредственный.

137. Моргун, Ф.Т. Обработка почвы и урожай/ Ф.Т. Моргун.- М.: Колос, 1977. – 272 с.- Текст: непосредственный.

138. Муранец, А.П. Развитие и распространение болезни корневой гнили при возделывании яровой пшеницы по традиционной и нулевой технологии / А.П. Муранец, Н.С. Ющенко, Д.Н. Ющенко. - Текст: непосредственный // Науч. обеспечение производства продукции сел. х-ва: сб. науч. тр., посвящ. 80-л. со дня основания Карабалыкской СХОС.- Костанай, 2009. – С. 329-335.

139. Мухитов Л.А. Исходный материал для селекции яровой твёрдой пшеницы на качество зерна в степи Оренбургского Предуралья/ Л.А. Мухитов, Т.А. Тимошенкова. - Текст: непосредственный// Известия Оренбургского ГАУ.- 2018. - № 4 (72).- С. 66 –69.

140. Мухопад, А.А. Химизация и урожай/ А.А.Мухопад. - Текст: непосредственный //Земля сибирская, дальневосточная.- 1981.- № 6. – С. 26-29.

141. Неклюдов, А.Ф. Продуктивность севооборотов в основных зонах Западной Сибири/ А.Ф. Неклюдов, А.Т. Волощук. – Текст: непосредственный// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 1981. - № 4 – С. 1-8.

142. Неклюдов, А.Ф. Влияние предшественников и способов обработки почвы на развитие корневой системы и урожай яровой пшеницы: специальность: дис. на соиск. научной степ. канд. с.-х. наук/ Неклюдов А.Ф. – Омск, 1972. – 127 с.- Текст: непосредственный.

143. Неклюдов, А.Ф. Научные основы полевых севооборотов на черноземах Западной Сибири: специальность: дис. на соиск. ученой степ. д-ра с.-х. наук/ Неклюдов А.Ф. – Омск, 1989. – 281 с. - Текст: непосредственный.

144. Неклюдов, А.Ф. Регулирование плодородия путем чередования культур в севообороте / А.Ф. Неклюдов . - Текст: непосредственный // Воспроизводство плодородия почв: тез. докл. науч.-практ. конф. – Омск, 1988. – С. 91-101.

145. Немченко, В.В. Эффективность различных технологий подготовки чистого пара/ В.В. Немченко, А.М. Заргарян. – Текст: непосредственный// Актуальные проблемы научного обеспечения АПК в Сибири (к 185-летию сибирской аграрной науки): материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 185-летию основания аграрной науки, г. Омск, 24-26 июля 2013 г. / РАСХН. Сиб. отд-ние, СибНИИСХ. – Омск, 2013. – С. 133-135.

146. Немченко, В.В. Зависимость продуктивности и качества зерна яровой пшеницы от сорта и приемов агротехники/ В.В. Немченко, А.С. Филиппов. – Текст: непосредственный// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 2009. - № 3. – С. 15-19

147. Нестерова, Е.В. Урожай и качество зерна в зависимости от сорта и срока посева яровой пшеницы / Е.В. Нестерова. - Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. - 2005. - № 3 (27). – С. 22-25.

148. Новиков, В.М. Использование агротехнических фонов для оценки экологической пластичности сортов/ В.М.Новиков. – Текст: непосредственный // Селекция засухоустойчивых, среднеспелых и скороспелых зерновых культур. – Новосибирск, 1982. – С. 65-73

149. Новоселов, В.П. Продуктивность севооборотов в зависимости от уровня азотного питания в северной лесостепи Зауралья: специальность: автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. с.-х. наук/ Новоселов В.П. – Курган, 2009. – 19 с.- Текст: непосредственный.

150. Новохатин, В.В. Первичная корневая система яровой мягкой пшеницы / В.В. Новохатин. – Текст: непосредственный // Вестник российской сельскохозяйственной науки.- 2015. - № 1. – С. 35-39.

151. Овсянкина, А.В. Основы отбора исходного материала зерновых культур, обладающих устойчивостью к фузариозным возбудителям, на примере озимой ржи / А.В. Овсянкина. - Текст: непосредственный // Агро XXI. – 2011. - № 4-6. – С. 12-14.

152. Окупаемость фосфорных удобрений прибавкой урожайности озимой и яровой пшеницы на почвах России / С.Л. Шафран, В.А. Прошкин, С.Н. Адрианов, Е.В. Шаброва. - Текст: непосредственный // Агрехимия. - 2011. - № 10 – С. 9-21.

153. Определение суммарной токсичности почвы, корневой системы и конечной продукции при применении химических средств защиты растений: методика и результаты / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе, Л.П. Воронина, Л.В. Коваленко. - Текст: непосредственный // Вестник сельскохозяйственной науки.- 1991. - № 6 (417). – С. 63-71.

154. Оптимизация полевых севооборотов и структуры использования пашни при возделывании яровой пшеницы в Омской области: метод. рекомендации; подгот.: / Л. В. Юшкевич, В. В. Чибис, А. Г. Щитов, И.А. Корчагина, И.В. Пахотина, Н.Н. Шулико, О.Ф. Хамова, Е.В. Тукмачева, А.В. Ломановский, С.В. Кононов. – Омск: ИП Макшеева Е.А., 2020. – 43 с. – Текст: непосредственный.

155. Опытное дело в полеводстве / под ред. Г.Ф. Никитенко.- М.: Россельхозиздат, 1984. - 186 с.- Текст: непосредственный.

156. Орлова, Л.П. Применение фосфорных удобрений в Западной Сибири / Л.П. Орлова. - Текст: непосредственный // Научные труды/ ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, СибНИИСХ. – Омск, 1971. – Т. 2 (17). - С. 58-60.

157. Особенности формирования содержания белка в зерне пшеницы мягкой яровой в условиях Западной Сибири / И. В. Пахотина, Е. Ю. Игнатьева, Л. П. Россева, И.А. Белан, Л.В. Омल्याнюк. - Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 5(170). – С. 37-45.
158. Отзывчивость сортов яровой мягкой пшеницы на азотное удобрение и связь ее с коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза / И. И. Берестов, Е. Л. Долгова, Р. В. Мельников [и др.]. - Текст: непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2015. – № 51. – С. 110-116.
159. Пазин, М.А. Влияние сроков уборки яровой пшеницы на урожайность и качество зерна / М.А. Пазин. - Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2005. - № 1. – С. 37-40.
160. Палецкая, Г.Я. Об оптимальной плотности почвы / Г.Я. Палецкая, В.Н. Слесарев. - Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 1975. - № 6. – С. 7-10.
161. Палецкая, Г.Я. Условия фосфорного питания сельскохозяйственных растений на выщелоченных черноземах Сибири в связи с приемами отвальной и безотвальной их обработки: специальность: автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. с.-х. наук/ Палецкая Г.Я. – Пермь, 1963. – 21 с.- Текст: непосредственный.
162. Панников, В.Д. Удобрения, сорт и урожай/ В.Д. Панников. - Текст: непосредственный // Агрохимия. - 1980.- № 12. – С. 3.
163. Погода в Омске: ФГБУ «Обь-Иртышское». URL: <http://www.omsk-meteo.ru> (Дата обращения 01.10.2015 г.)
164. Полевые работы в Сибири в 2013 году: рекомендации /РАСХН. СО. – Новосибирск, 2013. – 164 с.- Текст: непосредственный.
165. Попков, А. П. Оценка свойств почв залежей при их сельскохозяйственном освоении / А. П. Попков. - Текст: непосредственный // Инновационные тенденции развития российской науки: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Красноярск, 23–25 марта 2022 года. – Красноярск: КрасГАУ, 2022. – С. 79-82.
166. Поползухин, П.В. Формирование современной системы семеноводства зерновых культур в Западной Сибири: достижения, проблемы и перспективы / П.В. Поползухин, В.Д. Василевский. - Текст: непосредственный // Роль фитосанитарного обследования для современных технологий защиты растений и система семеноводства, как основа эффективного сельскохозяйственного производства: информ.-ан. материалы к совещ. фил. ФГБУ «Россельхозцентр», 3-5 июня 2014 г. / Россельхозцентр по Ом. обл. – Омск: Вариант-Омск, 2014. – Гл. 4.4. – С. 71-77.
167. Почвоведение: учебник / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов и др.; под ред. Кауричева. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.- Текст: непосредственный.
168. Приемы биологизации при возделывании яровой пшеницы в ресурсосберегающих технологиях Зауралья / С. Д. Гилев, И. Н. Цымбаленко, А. Н. Копылов, В. П. Ефремов. – Текст: непосредственный // Плодородие. - 2019. - № 3(108). - С. 42-46.
169. Проблемы экспериментальной агрохимии. Научно-педагогическая школа академика Россельхозакадемии Г.П. Гамзикова / Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние; Новосиб. Гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 448 с.- Текст: непосредственный.
170. Прогноз распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур. Рекомендации по борьбе с ними в Омской области на 2010 год /

подгот.: Т.Н. Варавина, О.М. Соглаева, Корчагина [и др.]; под ред. А.В. Кваши.– Омск: Россельхозцентр, 2010. – 92 с.- Текст: непосредственный.

171. Прогноз распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур. Рекомендации по борьбе с ними в Омской области на 2011 год / подгот.: Шарышов Н.М., Бондаренко О.А., Горбунова О.С. [и др.]; под ред. С.С. Покатиленко. – Омск: Россельхозцентр, 2011. – 100 с.- Текст: непосредственный.

172. Прогноз распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур. Рекомендации по борьбе с ними в Омской области на 2012 год / подгот.: Самозвон С.В., Бондаренко О.А., Горбунова О.С. [и др.]; под ред. В.В. Мороза. – Омск: Россельхозцентр, 2012. – 122 с. – Текст: непосредственный.

173. Просянкин, В. И. Роль удобрений в повышении продуктивности пашни / В. И. Просянкин.- Текст: непосредственный // Плодородие. – 2015. – № 4(85). – С. 10-12.

174. Проявление адаптивных свойств различных сортов яровой пшеницы на осушаемых землях/ Л.И. Петрова, Е.М. Корнеева, Н.К. Первушина, В.Н. Лапушкина. – Текст: непосредственный //Земледелие. - 2012. - № 1. – С. 44-46.

175. Пруцков, Ф.М. Повышение урожайности зерновых культур/ Ф.М. Пруцков. - 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Россельхозиздат, 1982. – 205 с.- Текст: непосредственный.

176. Пути регулирования почвенных условий жизни растений / под ред. И.Б. Ревута. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 256 с.- Текст: непосредственный.

177. Пшеница в СССР / под ред. акад. П.М. Жуковского. - М.: Сельхозгиз, 1957. – 632 с.- Текст: непосредственный.

178. Пшеница/ авт. коллектив. – М.: Урожай, 1977. - 428 с. - Текст: непосредственный.

179. Разина, А. А. Применение фунгицидов и регулятора роста растений для предпосевной обработки семян яровой пшеницы в Иркутской области / А. А. Разина, О. Г. Дятлова. - Текст: непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 3(57). – С. 67-71.

180. Разнообразие грибов рода *Fusarium* и их микотоксинов в зерне из азиатской части России / О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагкаева, А. С. Орина, Н. Н. Гогина. - Текст: непосредственный // Микология и фитопатология. – 2022. – Т. 56. – № 3. – С. 194-206.

181. Растениеводство/ под ред. В.Н. Степанова, В.И. Лукьянова. - 3-е изд., перераб. - М.: Колос, 1970. – 488 с.- Текст: непосредственный.

182. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. - 2-е изд., доп. и перераб.- Л.: Колос, 1972. – 368 с.- Текст: непосредственный

183. Ренев, Е. П. Внутрипольная и временная вариабельность нитратного азота на полях Западной Сибири / Е. П. Ренев, Д. И. Еремин . - Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 12(177). – С. 116-124.

184. Ресурсный потенциал сортов пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор)/ И.А. Белан, Л.П. Россеева, Н.П. Блохина, Ю.П. Григорьев, Я.В. Мухина, Н.В. Трубачеева, Л.А. Першина. – Текст: электронный// Аграрная наука Евро-Северо-Востока.- 2021; 22 (4): 449-465. URL: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465>

185. Роль сортов и протравителей в контроле обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы / Е. Ю. Торопова, А. А. Кириченко, В. Ю. Сухомлинов, И. Н. Порсев.

- Текст: непосредственный // Вестник Курганской ГСХА. – 2021. – № 3(39). – С. 21-29. – DOI 10.52463/22274227_2021_39_21.

186. Санин, С. С. Защита растений и устойчивое земледелие в XXI столетии / С. С. Санин. - Текст: непосредственный // Защита и карантин растений. – 2020. – № 4. – С. 9-16. – EDN DFXWXL.

187. Санин, С.С. Контроль болезней сельскохозяйственных растений – важный фактор интенсификации растениеводства/ С.С. Санин. – Текст: непосредственный // Вестник защиты растений. - 2010. - № 1. – С. 3-12.

188. Сборник. Межгосударственные стандарты. Зерно. Методы анализа.- ИПК Изд-во стандартов, 2001 г. – 108 с.- Текст: непосредственный.

189. Семынина, Т.В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами / Т.В. Семынина. - Текст: непосредственный // Защита и карантин растений. - 2012. - № 2. – С. 20-23.

190. Сидорова, Л.В. Влияние техногенного засоления на фитотоксичность почв / Л.В. Сидорова. - Текст: непосредственный // Вестник ОГУ.- 2009. - № 6 (100). – С. 611-612.

191. Сильные сорта - основа производства высококачественных продуктов переработки зерна мягкой пшеницы / И. В. Пахотина, Е. Ю. Игнатьева, И. А. Белан, Л.П. Россеева, Л.Т. Солдатова. - Текст: непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14. – № 5. – С. 39-46. – DOI 10.31367/2079-8725-2022-82-5-39-46.

192. Симонович, Е. И. К вопросу влияния удобрений на фитотоксичность почвы под ЛАКФИОЛЬЮ / Е. И. Симонович, Л. Ю. Гончарова, А. И. Жумбей. - Текст: непосредственный // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 12-5. – С. 638-639.

193. Синеговская, В.Т. Влияние удобрений на фотосинтетическую и зерновую продуктивность пшеницы/ В.Т. Синеговская, С.Н. Мамонов. - Текст: непосредственный// Земледелие. - 2012. - № 3. – С. 40-41.

194. Синявский, И. В. Влияние сочетаний органических и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в звене зернопарового севооборота / И. В. Синявский, С. А. Еликбаева. - Текст: непосредственный // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – № 2(30). – С. 34-37.

195. Синягин, И.И. Применение удобрений в Сибири/ И.И. Синягин, Н.Я. Кузнецов. – М.: Колос, 1979. – 373 с.- Текст: непосредственный.

196. Система адаптивного земледелия Омской области / И. Ф. Храмцов, В. С. Бойко, Л. В. Юшкевич [и др.]. – Омск : ИП Макшеевой Е.А, 2020. – 522 с. – ISBN 978-5-6045647-1-4.- Текст: непосредственный.

197. Скрябин, В. Содержание белка в зерне пшеницы Новосибирской области // В. Скрябин, В. Сухарева. - Текст: непосредственный // Хлебопечение. - 2009. - № 11. – С. 42-44.

198. Слесарев, В.Н. Агрофизические основы совершенствования основной обработки черноземов Западной Сибири: специальность: автореф. дис. на соиск. ученой степ. д-ра с.-х. наук/ Слесарев В.Н. – Омск, 1984. – 32 с.- Текст: непосредственный.

199. Собянин, Б.Н. Влияние тура на длину coleoptиле и всхожесть семян яровой пшеницы / Б.Н. Собянин, В.Е. Катаев. - Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 1980. - № 4 (58). – С. 11-15.

200. Сорные растения зерновых агроценозов в почвозащитном земледелии: монография/ В.Е.Синещеков., А.Г.Краснопёров, Е.М. Краснопёрова, П.В. Колинко;

РАСХН. Сиб. отд-ние, СибНИИЗХим. –2-е, изд., доп. - Новосибирск, 2006. – 156 с. – Текст: непосредственный.

201. Сорняки, гербициды и урожай: метод. рекомендации / Н.З. Милащенко, В.Г. Холмов; ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, 1977. – 45 с. - Текст: непосредственный.

202. Сорта сельскохозяйственных культур ГНУ СибНИИСХ: каталог / отв. ред. И.Ф. Храмцов. – Омск: Вариант-Омск, 2014. – 144 с. - Текст: непосредственный

203. Сорта сельскохозяйственных культур селекции ГНУ СибНИИСХ : каталог / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. отд-ние, Сиб. науч-исслед. ин-т сел. хоз-во; под общ. ред. Р.И. Рутца. – Омск, 2009. – 105 с.

204. Сочалова Л.П. Влияние генотипа сорта на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Ruscinia recondita*/ Л.П. Сочалова, Ю.А. Христов, - Текст: непосредственный// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2009. - № 10 (202). – С. 61-67

205. Станков, Н.З. Корневая система корневых культур / Н.З. Станков // М. Изд-во Колос, 1964. – 280 с.- Текст: непосредственный.

206. Теплякова, О.И. Локальный мониторинг болезней листьев яровой пшеницы в Сибири/ О.И. Теплякова, В.И. Тепляков. – Текст: непосредственный// Защита и карантин растений. - 2011. - № 6. – С. 39-41.

207. Тимошенкова, Т. А. Оценка селекционного материала яровой пшеницы по признаку натура зерна в конкурсном испытании / Т. А. Тимошенкова, Ю. С. Ващенко. - Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(90). – С. 28-32. – DOI 10.37670/2073-0853-2021-90-4-28-32. – EDN FCZZKV.

208. Тип лугово-черноземных почв. URL: http://www.ecosystema.ru/08_nature/soil. – Текст: электронный.

209. Торопова, Е.Ю. Фитоэкспертиза семян как фактор оптимизации технологии посева зерновых колосовых культур и льна в Курганской области/ Е.Ю. Торопова, И.Н. Порсев, Н.А. Купцевич. - Текст: непосредственный // Вестник Курганской ГСХА. - 2012. - № 2. – С. 37-40.

210. Торопова Е.Ю. Комплексная фитосанитарная роль предшественников яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской области/ Е.Ю. Торопова, С.Н. Посаженников, Е.Ю. Мармулева. -Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2014. - № 4. – С. 5-11.

211. Торопова, Е. Ю. Влияние агротехнологий на здоровье почвы и растений в лесостепи Омской области / Е. Ю. Торопова, М. П. Селюк, Л. В. Юшкевич/ Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С. 44-45.

212. Торопова, Е. Ю. Поиск сортов яровой пшеницы с групповой устойчивостью к фузариозно-гельминтоспориозным корневым гнилям / Е. Ю. Торопова, В. В. Пискарев, В. Ю. Сухомлинов. - Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2019. – № 11. – С. 57-62. – DOI 10.1134/S0002188119110139.

213. Торопова, Е. Ю. Роль сорта в контроле обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы / Е. Ю. Торопова, М. С. Соколов. - Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2018. – № 11. – С. 48-59. – DOI 10.1134/S0002188118110108.

214. Торопова, Е. Ю. Факторы доминирования грибов рода *Fusarium* в паток-комплексе корневых гнилей зерновых культур / Е. Ю. Торопова, М. П. Селюк, О. А. Казакова. - Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2018. – № 5. – С. 69-78. –

215. Тютюнов, С.И., А.Н. Воронин Роль агротехнических факторов в биологизации земледелия/ С.И. Тютюнов, А.Н. Воронин. – Текст: непосредственный// Актуальные проблемы научного обеспечения АПК в Сибири (к 185-летию сибирской аграрной науки): материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 185-л. основания аграрной науки, г. Омск, 24-26 июля 2013 г. / РАСХН. Сиб. отд-ние, СибНИИСХ. – Омск, 2013 – С. 145-148.

216. Увеличение и стабилизация производства высококачественного зерна пшеницы в Омской области: практическое руководство / Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва; подгот.: Ю.В. Колмаков, И.В. Пахотина, Л.В. Юшкевич, П.В. Поползухин, А.А. Гайдар, В.Г. Доронин, В.В. Чибис, А.Г. Щитов, Н.В. Кормина, И.А. Корчагина. – Омск: ЛИТЕРА, 2015. – 60 с.- Текст: непосредственный.

217. Усовершенствованная агротехнология яровой мягкой пшеницы после соевого предшественника, адаптированная к лесостепному агроландшафту Западной Сибири (на примере Омской области): рекомендации производству / Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва; подгот.: Л.В. Юшкевич, А.В. Ломановский, А.Г. Щитов, И.А. Корчагина, Н.В. Кормина, С.В. Кононов, П.В. Поползухин, Е.Н. Ледовский, И.В. Пахотина. – Омск: ЛИТЕРА, 2017. – 40 с. – Текст: непосредственный.

218. Усовершенствованная агротехнология яровой мягкой пшеницы, адаптированная к лесостепному агроландшафту Западной Сибири (на примере Омской области): метод. пособие / Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва; под общ. ред. И.Ф. Храмова; подгот. Л.В. Юшкевич, В.Г. Холмов, Р.И. Рутц, И.А. Белан, О.Ф. Хамова, А.Г. Щитов, Н.В. Кормина, А.В. Ломановский, И.А. Корчагина, С.В. Кононов, А.Н. Ерошевич, А.А. Котельников, П.В. Поползухин. – Омск: ЛИТЕРА, 2014. – 24 с.

219. Ушачев, И.Г. Основные направления комплексного развития сельских территорий России / И.Г.Ушачев, Л.В.Бондаренко, В.С.Чекалин. – Текст: непосредственный//Вестник РАН - 2021.- Т. 91.- № 4.- С. 316-325. - DOI: [10.31857/S0869587321040113](https://doi.org/10.31857/S0869587321040113)

220. Ушачев, И. Роль и место аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности России/ И. Ушачев. – Текст: непосредственный// Государственная программа: информ.-консультационный вып. - 2009.- Вып. 4. - С. 2.

221. Физиология яровой пшеницы / под ред. В.А. Кумакова. – М.: Колос, 1980. – 207 с.- Текст: непосредственный.

222. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / под ред. проф. Е.Ю. Тороповой. - Барнаул, 2017. - 210 с. - Текст: непосредственный.

223. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991-2008 гг.). – М., 2010. – (Прил. к журн. «Защита и карантин растений», 2010. - № 2).- Текст: непосредственный.

224. Фитосанитарные последствия приемов обработки почвы в лесостепи Западной Сибири / Е. Ю. Торопова, М. П. Селюк, Л. В. Юшкевич, А. Ф. Захаров. - Текст: непосредственный // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2012. – № 3(28). – С. 86-91.

225. Фитотоксичность дерново-подзолистых почв в зоне влияния животноводческих комплексов и птицефабрик / Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, Т. М. Кирдун [и др.]. - Текст: непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1(64). – С. 133-143.

226. Химическая защита пшеницы от болезней при интенсивном зернопроизводстве / С.С. Санин, А.А. Мотовилин, Л.Г. Корнева [и др.]. – Текст: непосредственный // Защита и карантин растений. - 2011. - № 8. – С. 3-10

227. Холмов, В.Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии Западной Сибири: монография / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. – 396 с.- Текст: непосредственный.

228. Холмов, В.Г. Минимальная обработка, плодородие почвы и урожай зерновых при интенсификации земледелия южной лесостепи Западной Сибири: специальность 06.01.01. «Общее земледелие»: дис. на соиск. ученой степ. д-ра с.-х. наук; Сибирский науч. -исслед. ин-т сел. хоз-ва/ Холмов В.Г. - Омск, 1989. – 421 с. – Текст: непосредственный.

229. Холмов, В.Г. Каждому сорту – свою агротехнику/ В.Г. Холмов, В.М. Зерфус. - Текст: непосредственный// Земля сибирская, дальневосточная. - 1981. - № 3. – С. 22-23.

230. Храмцов, И.Ф. Влияние длительного применения удобрений на гумусовое состояние чернозема / И.Ф. Храмцов, Е.В. Безвиконный. - Текст: непосредственный // Сб. науч. работ, посвящ. 170-летию Сибирской аграрной науки.– Омск, 1998. – Т.1. - С. 97-103

231. Храмцов, И.Ф. Изменение плодородия почвы и продуктивности севооборота под влиянием длительного применения удобрений и различных способов обработки / И.Ф. Храмцов, Н.Ф. Кочегаров, Е.В. Безвиконный. - Текст: непосредственный // Доклады РАСХН. - 1992. - № 2. - С. 29.

232. Храмцов, И.Ф. Ресурсосберегающие технологии в земледелии Сибири: эффективность и проблемы/ И.Ф. Храмцов. – Текст: непосредственный// Ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве Западной Сибири: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Кемерово, 23-24 июля 2009 г. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2009. – С. 164-169.

233. Храмцов, И.Ф. Ресурсы парового поля в лесостепи Западной Сибири / И.Ф. Храмцов, Л.В. Юшкевич: монография. – Омск, 2013. – 184 с. - Текст: непосредственный

234. Храмцов, И.Ф. Современное состояние плодородия почвы и продуктивности агроценозов при длительном применении приемов биологизации и средств химизации / И.Ф. Храмцов, Н.А. Воронкова, Н.Ф. Балабанова. - Текст: непосредственный // Современные проблемы науки и образования.- 2012. - № 2. – С. 1-9.

235. Храмцов, И.Ф. Эффективность минеральных и органических удобрений на черноземных почвах Западной Сибири/ И.Ф. Храмцов, Н.А. Воронкова. - Текст: непосредственный// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- 2005 - № 3. – С. 3-9.

236. Цветков, М.Л. Водный режим почвы зернопарового севооборота при минимизации основной обработки в условиях Приобья Алтая/М.Л.Цветков. - Текст: непосредственный // Вестник Алтайского ГАУ. - 2010. - № 7 (69). - С. 35-39.

237. Цильке, Р.А. Генетические основы селекции мягкой яровой пшеницы на продуктивность в Западной Сибири: специальность: дис. на соиск. ученой степ. д-ра биол. наук/ Цильке, Р.А. – Новосибирск, 1983. – 505 с. - Текст: непосредственный.

238. Чулкина, В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири / В.А. Чулкина. - Новосибирск: Наука, 1985. – 193 с. - Текст: непосредственный.

239. Шаманин, В.П. Дуэт – высокоурожайный иммунный сорт яровой мягкой пшеницы для АПК Западной Сибири (описание и особенности возделывания)/ В.П. Шаманин. – Омск, 2009. – 10 с. - Текст: непосредственный

240. Шарков, И.Н. Минимизация обработки и ее влияние на плодородие почвы/ И.Н. Шарков. - Текст: непосредственный// Земледелие. – 2009. - № 3. – С. 24-27.
241. Шиятый, Е.И. Методы оценки ветроустойчивости почв/ Е.И.Шиятый. - Текст: непосредственный // Защита почвы от ветровой эрозии.- Алма-Ата: Кайнар, 1970. - С. 29-36.
242. Шпис, Т.Э. Влияние почвенных факторов на формирование фитотоксичности черноземов / Т.Э. Шпис, Ю.С. Ананьева. - Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2010. - № 11 (73). – С. 27-30.
243. Экологические ниши фитофагов, их мониторинг и ограничение / В.А. Чулкина, Г.Я. Стецов, Е.Ю. Торопова [и др.]. – Барнаул: ФГОУ ДПО "Алт. ин-т повышения квалификации рук. и спец. АПК", 2019. – 639 с. – ISBN 978-5-9908440-2-5. - Текст: непосредственный.
244. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений: методические рекомендации / ОмСХИ; подгот.: Ю.И. Ермохин, А.Ф. Неклюдов. – Омск, 1994. – 44 с. - Текст: непосредственный.
245. Юшкевич, Л.В. Защита яровой пшеницы от болезней в системе интенсивных технологий ее возделывания в лесостепной зоне Западной Сибири/ Л.В. Юшкевич. - Текст: непосредственный// Сб. науч. работ, посвящ. 170-летию Сибирской аграрной науки. – Омск, 1998. – Т.1. - С. 123-131.
246. Юшкевич, Л. В. Особенности формирования полевых севооборотов в условиях лесостепи Западной Сибири / Л. В. Юшкевич, В. В. Чибис. – Текст: непосредственный// Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9(174). – С. 3-9. – DOI 10.36718 /1819 - 4036-2021-9-3-9
247. Юшкевич, Л. В. Продуктивность и качество зерна яровой пшеницы в плодосменном севообороте лесостепи Западной Сибири / Л. В. Юшкевич, И. В. Пахотина, А. Г. Щитов. - Текст: непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 4(76). – С. 54-60. – DOI 10.31367/2079-8725-2021-76-4-54-60.
248. Юшкевич, Л.В. Ресурсосберегающая технология обработки и плодородие черноземных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири: специальность 06.01.01: дис. на соиск. ученой степ. д-ра с.-х. наук; Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва/ Юшкевич Л.В. - Омск, 2002. - 489 с. - Текст: непосредственный.
249. Юшкевич, Л. В. Эффективность использования агротехнологических приемов возделывания мягкой яровой пшеницы в повышении продуктивности и качества зерна в Омской области / Л. В. Юшкевич, И. В. Пахотина, А. Г. Щитов. - Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 7(172). – С. 26-34. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-7-26-34.
250. Якименко, В. Н. Влияние калийных удобрений на структуру почвенного микробоценоза / В. Н. Якименко, А. А. Малюга. - Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник статей, Барнаул, 05–06 февраля 2014 года. В 3 кн. – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2014. – Кн. 2. - С. 346-348.
251. Яковлев, П. А. Влияние микроэлементов на азотный обмен и устойчивость тритикале и пшеницы к стрессовым факторам внешней среды: специальность 06.01.04 "Агрохимия": дис. на соиск. ученой степ. канд. биол. наук / Яковлев Петр Анатольевич. – Москва, 2015. – 182 с.
252. Яковлев, В.В. Основные направления энергосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы / В.В. Яковлев, В.П. Олешко, А.А. Гаркуша. – Текст:

непосредственный // Ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве Западной Сибири: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Кемерово, 23-24 июля 2009 г. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2009. – С. 172-177. DOI 10.7868/S0002188118050101.

253. Economic efficiency of fungicide application on spring wheat in the southern forest-steppe of Western Siberia / I. A. Korchagina, N. K. Trubina, L. V. Yushkevich, A. V. Lomanovsky // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Conference, Stavropol, 25–26 марта 2021 года. Vol. 745. – Stavropol: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 12023. – DOI 10.1088/1755-1315/745/1/012023.

254. Семена с сибирским характером - Татьяна Игнатенко 29.07.2021. URL: <https://ekoniva-apk.ru>

255. Типы почв в РФ и их влияние на сельское хозяйство /12 сентября 2022 URL: <https://grainrus.com/articles>

256. Синоптики назвали Омск самым солнечным городом России Алина Шефер. URL: <https://omsk.mk.ru/social/2021/05/04/>.

257. Площади яровой пшеницы в России приблизились к рекордным. URL: <https://rosng.ru/> Площади яровой пшеницы в России приблизились к рекордным

258. Материалы из Википедии – свободной энциклопедии. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сибирь>

259. Золото полей. Адаптивная пшеница превосходит конкурентов. – Людмила Старостина 21 марта 2022 Агротехника и технологии URL: <https://www.agroinvestor.ru>

260. Россия: прогнозы ярового сева зерновых культур в условиях неизвестности – Виктория Рожко 21 мая 2021. URL: <https://www.apk-inform.com/>

261. Здоровые почвы – основа для производства здоровых пищевых продуктов (дата обращения 21.12.2022). URL: <https://www.fao.org/3/i4405r/i4405r.pdf>

262. Почвы – основа для растительности, которую выращивают или разводят с целью производства кормов, волокон, топлива и продукции медицинского назначения (дата обращения 21.12.2022) URL: <https://www.fao.org/3/i4666r/i4666r.pdf>

263. РФ в 2022 г. увеличит площади под пшеницей почти до 30 млн га / дата обращения 16.01.2023. URL: <https://www.interfax.ru/russia>

264. Сев зерновых и зернобобовых в России (обновлено 8 июля 2022) / дата 16.01.2023. URL: <https://zerno.ru/node/18330/>

265. Яровая пшеница: описание, особенности возделывания, сорта и уборка / 11.12.2017, Анастасия Романова. URL: <https://сельхозпортал.рф/>

266. Lopez-Bellido R.J., Benitez-Vega J., Lopez-Bellido L. No-Tillage Improves Broomrape Control with Glyphosate in Faba-Bean // Agronomy Journal, Volume 101, Issue 6, 2009. – 1394-1399 p.

267. Richard W. Smiley Root-Lesion Nematodes Reduce Yield of Intolerant Wheat and Barley // Agronomy Journal, Volume 101, Issue 6, 2009. – 1322-1335 p.

268. Shuliko N.N., Khamova O.F., Timokhin A.Y., Boiko V.S., Tukmacheva E.V., Krempa A. Influence of long-term intensive use of irrigated meadow-chnozem soil on the biological activity and productivity of the arable layer // Scientific Reports. no 12, p. 14672 (2022). DOI 10.1038/s41598-022-18639-1

269. The species ratio of root rot pathogens and wheat diseases at fields of the Orenburg region / A. V. Ovsyankina, G. V. Sudarenkov, A. I. Andreev [et al.] // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2017. – No 1(61). – P. 276-281. – DOI 10.18551/rjoas.2017-01.30.

Результаты фитопатологической экспертизы семян пшеницы яровой перед посевом, %

Сорт яровой пшеницы	Зараженность семян микроорганизмами															
	Fusarium				Bipolaris sorokiniana				Alternaria				Плесневые грибы			
	2010	2011	2012	сред- нее	2010	2011	2012	сред- нее	2010	2011	2012	сред- нее	2010	2011	2012	сред- нее
Памяти Ази- ева (st.)	10	2	3	5,0	3	2	5	3,3	60	72	21	51,0	4	5	15	8,0
Омская 36	4	2	1	2,3	2	2	5	3,0	66	50	19	45,0	7	4	13	8,0
Катюша	9	2	1	4,0	0	1	0	0,3	73	55	15	47,7	11	5	10	8,7
Боевчанка	0	2	1	1,0	0	3	0	1,0	82	74	10	55,3	6	6	10	7,3
<i>Среднее</i>	5,8	2,0	1,5	3,1	1,3	2,0	2,5	11,9	70,3	62,8	16,3	49,8	7,0	5,0	12,0	8,0
Омская 33 (st.)	2	4	1	2,3	2	4	1	2,3	74	70	25	56,3	7	6	4	5,7
Омская 38	5	3	3	3,7	2	1	3	2,0	65	65	25	51,7	11	6	7	8,0
Дуэт	0	2	5	2,3	1	1	1	1,0	32	61	17	36,7	23	4	30	19,0
Светланка	1	1	3	1,7	0	5	1	2,0	43	77	11	43,7	12	6	1	6,3
<i>Среднее</i>	2,0	2,5	3,0	2,5	1,3	2,8	1,5	1,8	53,5	68,3	19,5	47,1	13,3	5,5	10,5	9,8
Омская 28 (st.)	3	4	3	3,3	1	0	1	0,7	51	59	18	42,7	9	4	10	7,7
Омская 35	6	1	2	3,0	0	1	3	1,3	54	56	41	50,3	7	2	14	7,7
Омская 37	6	3	3	4,0	0	2	0	0,7	40	68	64	57,3	9	4	29	14,0
Лавруша	2	2	0	1,3	2	1	1	1,3	32	71	65	56,0	23	5	30	19,3
<i>Среднее</i>	4,3	2,5	2,0	2,9	0,8	1,0	1,3	1,0	44,3	63,5	47,0	51,6	12,0	3,8	20,8	12,2
Среднее по годам	4,0	2,3	2,2	2,8	1,1	1,9	1,8	1,6	56,0	64,8	27,6	49,5	10,8	4,8	14,4	10,0
НСР ₀₅ по фактору А (показатели) = 3,12%; НСР ₀₅ по фактору В (сорт) = 2,09%; НСР ₀₅ по фактору С (годы) = 2,57%																

**Площадь листовой поверхности (флаговый лист)
на сортах пшеницы яровой в 2010-2012 гг. (см²)**

Сорт яровой пшеницы	Фон интенсификации							
	контроль				комплексная химизация			
	2010	2011	2012	<i>сред- нее</i>	2010	2011	2012	<i>сред- нее</i>
Памяти Ази- ева (st.)	16,80	15,85	6,31	<i>12,99</i>	17,55	17,65	9,16	<i>14,79</i>
Омская 36	18,68	18,26	8,67	<i>15,20</i>	20,65	21,09	8,71	<i>16,82</i>
Катюша	16,62	16,16	7,49	<i>13,42</i>	19,19	17,01	7,90	<i>14,70</i>
Боевчанка	16,61	18,13	8,12	<i>14,29</i>	19,94	20,50	8,30	<i>16,25</i>
<i>Среднее</i>	<i>17,18</i>	<i>17,10</i>	<i>7,65</i>	<i>13,98</i>	<i>19,33</i>	<i>19,06</i>	<i>8,51</i>	<i>15,63</i>
Омская 33 (st.)	16,49	18,53	8,59	<i>14,54</i>	21,30	20,30	8,67	<i>16,76</i>
Омская 38	23,70	18,92	12,95	<i>18,52</i>	27,73	22,01	13,47	<i>21,07</i>
Дуэт	19,21	16,26	7,13	<i>14,20</i>	21,40	18,98	9,01	<i>16,46</i>
Светланка	24,10	22,54	11,98	<i>19,54</i>	24,39	25,78	12,40	<i>20,86</i>
<i>Среднее</i>	<i>20,87</i>	<i>19,06</i>	<i>10,16</i>	<i>16,70</i>	<i>23,70</i>	<i>21,77</i>	<i>10,88</i>	<i>18,78</i>
Омская 28 (st.)	13,78	12,92	9,38	<i>12,03</i>	15,02	15,10	9,55	<i>13,22</i>
Омская 35	17,19	19,28	11,64	<i>16,04</i>	21,10	20,82	11,72	<i>17,88</i>
Омская 37	15,04	16,63	13,19	<i>14,95</i>	20,30	17,86	13,44	<i>17,20</i>
Лавруша	22,26	18,74	12,54	<i>17,85</i>	25,52	22,32	12,94	<i>20,26</i>
<i>Среднее</i>	<i>17,06</i>	<i>16,89</i>	<i>11,69</i>	<i>15,21</i>	<i>20,48</i>	<i>19,02</i>	<i>11,91</i>	<i>17,14</i>
Среднее по годам	18,37	17,68	9,83	15,29	21,17	19,95	10,44	17,19
<p align="center">НСР₀₅ по фактору А (годы исследований) = 1,13 см²; НСР₀₅ по фактору В (сорта) = 2,27 см²; НСР₀₅ по фактору С (фон химизации) = 0,93 см²</p>								

**Площадь листовой поверхности (подфлаговый лист)
на сортах пшеницы яровой в 2010-2012 гг. (см²)**

Сорт яровой пшеницы	Фон интенсификации							
	контроль				комплексная химизация			
	2010	2011	2012	<i>сред- нее</i>	2010	2011	2012	<i>сред- нее</i>
Памяти Азиева (st.)	8,99	15,38	6,42	10,26	10,62	17,20	8,50	12,11
Омская 36	9,45	17,02	8,50	11,66	9,61	19,40	8,68	12,56
Катюша	9,46	14,65	8,58	10,90	10,01	16,38	8,95	11,78
Боевчанка	9,29	17,44	7,50	11,41	9,92	19,30	7,63	12,28
<i>Среднее</i>	<i>9,30</i>	<i>16,12</i>	<i>7,75</i>	<i>11,06</i>	<i>10,04</i>	<i>18,07</i>	<i>8,44</i>	<i>12,18</i>
Омская 33 (st.)	9,90	18,39	8,37	12,22	12,50	19,77	8,39	13,56
Омская 38	13,61	18,87	11,21	14,56	13,94	21,56	12,23	15,91
Дуэт	9,70	13,84	7,06	10,20	10,54	18,82	8,32	12,56
Светланка	11,67	18,59	12,04	14,10	15,23	24,44	12,30	17,32
<i>Среднее</i>	<i>11,22</i>	<i>17,42</i>	<i>9,67</i>	<i>12,77</i>	<i>13,05</i>	<i>21,15</i>	<i>10,31</i>	<i>14,84</i>
Омская 28 (st.)	9,79	12,55	9,19	10,51	11,66	14,66	9,24	11,85
Омская 35	12,13	18,74	10,35	13,74	12,23	19,96	10,94	14,38
Омская 37	10,63	15,59	10,74	12,32	13,00	16,90	10,91	13,60
Лавруша	13,57	18,56	11,89	14,67	13,79	20,51	11,92	15,41
<i>Среднее</i>	<i>11,53</i>	<i>16,36</i>	<i>10,54</i>	<i>12,81</i>	<i>12,67</i>	<i>18,01</i>	<i>10,75</i>	<i>13,81</i>
Среднее по годам	10,68	16,63	9,32	12,21	11,92	19,07	9,83	13,61
<p align="center">НСР₀₅ по фактору А (годы исследований) = 0,80 см²; НСР₀₅ по фактору (сорт) = 1,60 см²; НСР₀₅ по фактору С (фон химизации) = 0,65 см²</p>								

Развитие септориоза на сортах пшеницы яровой, %

Сорта яровой пшеницы	Фон интенсификации							
	контроль (без химизации)							
	2010		2011		2012		среднее	
	флаг- лист	подфлаг	флаг- лист	под- флаг	флаг- лист	под- флаг	флаг- лист	под- флаг
Памяти Ази- ева (st)	1,8	7,4	2,4	12,6	10,8	13,5	5,0	11,1
Омская 36	1,3	4,3	2,2	6,8	9,8	13,0	4,4	8,0
Катюша	2,0	6,0	2,2	7,4	10,0	17,5	4,7	10,3
Боевчанка	3,1	6,8	3,2	8,1	5,0	13,3	3,8	9,4
<i>Среднее</i>	<i>2,1</i>	<i>6,1</i>	<i>2,5</i>	<i>8,7</i>	<i>8,9</i>	<i>14,3</i>	<i>4,5</i>	<i>9,7</i>
Омская 33 (st.)	1,8	5,3	1,6	8,8	9,0	12,2	4,1	8,7
Омская 38	2,1	7,4	2,3	10,8	11,6	16,3	5,3	11,5
Дуэт	1,8	6,2	2,6	9,5	10,7	16,3	5,0	10,7
Светланка	2,2	7,0	1,4	9,1	12,0	13,7	5,2	9,9
<i>Среднее</i>	<i>2,0</i>	<i>6,5</i>	<i>2,0</i>	<i>9,5</i>	<i>10,8</i>	<i>14,6</i>	<i>4,9</i>	<i>10,2</i>
Омская 28 (st.)	1,6	5,1	3,7	5,8	10,5	18,2	5,2	9,7
Омская 35	1,0	4,2	3,3	5,6	10,2	16,3	4,8	8,7
Омская 37	1,1	4,5	2,6	6,8	17,6	18,2	7,1	9,9
Лавруша	2,0	4,8	3,7	7,1	14,5	15,4	6,7	9,1
<i>Среднее</i>	<i>1,4</i>	<i>4,7</i>	<i>3,3</i>	<i>6,4</i>	<i>13,2</i>	<i>17,0</i>	<i>6,0</i>	<i>9,3</i>
Среднее по годам	1,8	5,8	2,6	8,2	11,0	15,3	5,1	9,8
комплексная химизация								
Памяти Ази- ева (st.)	1,5	3,6	2,2	5,4	3,5	7,6	2,4	5,5
Омская 36	0,8	3,2	1,0	4,6	2,9	7,2	1,6	5,0
Катюша	1,4	4,9	1,9	5,3	3,9	7,0	2,4	5,7
Боевчанка	1,0	5,4	2,0	7,0	2,6	7,3	1,9	6,6
<i>Среднее</i>	<i>1,2</i>	<i>4,3</i>	<i>1,8</i>	<i>5,6</i>	<i>3,2</i>	<i>7,3</i>	<i>2,1</i>	<i>5,7</i>
Омская 33 (st.)	1,5	4,3	1,6	6,3	2,9	7,5	2,0	6,0
Омская 38	1,8	4,8	1,1	6,2	3,9	7,5	2,3	6,1
Дуэт	1,6	4,7	1,2	7,0	3,6	8,0	2,1	6,6
Светланка	1,7	4,5	1,2	7,0	3,8	8,8	2,2	6,8
<i>Среднее</i>	<i>1,7</i>	<i>4,6</i>	<i>1,3</i>	<i>6,6</i>	<i>3,5</i>	<i>7,9</i>	<i>2,2</i>	<i>6,4</i>
Омская 28 (st.)	0,3	2,9	3,4	5,5	4,4	10,4	2,7	6,3
Омская 35	0,3	2,6	3,3	4,3	2,5	9,4	2,0	5,4
Омская 37	0,6	2,1	2,3	4,2	2,5	10,5	1,8	5,6
Лавруша	0,6	2,3	3,6	5,3	4,5	10,4	2,9	6,0
<i>Среднее</i>	<i>0,5</i>	<i>2,5</i>	<i>3,2</i>	<i>4,8</i>	<i>3,5</i>	<i>10,2</i>	<i>2,4</i>	<i>5,8</i>
Среднее по годам	1,1	3,8	2,1	5,7	3,4	8,5	2,2	6,0
<p>НСР₀₅ по фактору А (годы исследований) = 0,81%; НСР₀₅ по фактору В (фон химизации) = 0,66%; НСР₀₅ по фактору С (лист) = 0,66%; НСР₀₅ по фактору D (сорт) = 0,70%</p>								

Распространение септориоза на сортах пшеницы яровой, %

Сорта яровой пшеницы	Фон интенсификации							
	контроль (без химизации)							
	2010		2011		2012		среднее	
	флаг-лист	подфлаг	флаг-лист	подфлаг	флаг-лист	подфлаг	флаг-лист	подфлаг
Памяти Азиева (st.)	42	56	54	92	76	62	57	70
Омская 36	48	62	72	86	74	88	65	79
Катюша	54	74	64	78	72	92	63	81
Боевчанка	42	54	56	60	56	74	51	63
<i>Среднее</i>	<i>47</i>	<i>62</i>	<i>62</i>	<i>79</i>	<i>70</i>	<i>79</i>	<i>59</i>	<i>73</i>
Омская 33 (st.)	18	52	36	80	90	64	48	65
Омская 38	52	44	60	64	56	72	56	60
Дуэт	46	52	48	56	68	66	54	58
Светланка	18	54	24	58	36	56	26	56
<i>Среднее</i>	<i>34</i>	<i>51</i>	<i>42</i>	<i>65</i>	<i>63</i>	<i>65</i>	<i>46</i>	<i>60</i>
Омская 28 (st.)	34	46	36	42	34	74	35	54
Омская 35	20	48	38	50	72	62	43	53
Омская 37	18	48	22	62	68	78	36	63
Лавруша	34	28	36	54	80	62	50	48
<i>Среднее</i>	<i>27</i>	<i>43</i>	<i>33</i>	<i>52</i>	<i>64</i>	<i>69</i>	<i>41</i>	<i>55</i>
Среднее по годам	36	52	46	65	65	71	49	63
комплексная химизация								
Памяти Азиева (st.)	38	44	30	62	42	40	37	49
Омская 36	26	28	24	32	30	28	27	29
Катюша	20	54	30	36	36	46	29	45
Боевчанка	34	60	36	80	36	54	35	65
<i>Среднее</i>	<i>30</i>	<i>47</i>	<i>30</i>	<i>53</i>	<i>36</i>	<i>42</i>	<i>32</i>	<i>47</i>
Омская 33 (st.)	46	44	38	42	34	44	39	43
Омская 38	32	44	26	66	40	46	33	52
Дуэт	34	64	28	74	32	66	31	68
Светланка	26	30	26	34	32	56	28	40
<i>Среднее</i>	<i>35</i>	<i>46</i>	<i>30</i>	<i>54</i>	<i>35</i>	<i>53</i>	<i>33</i>	<i>51</i>
Омская 28 (st.)	14	34	28	60	32	52	25	49
Омская 35	10	28	36	44	26	48	24	40
Омская 37	18	34	38	48	30	40	29	41
Лавруша	12	18	36	40	28	46	25	35
<i>Среднее</i>	<i>14</i>	<i>29</i>	<i>35</i>	<i>48</i>	<i>29</i>	<i>47</i>	<i>26</i>	<i>41</i>
Среднее по годам	26	40	31	52	33	47	30	
<p>НСР₀₅ по фактору А (годы исследований) = 3,92%; НСР₀₅ по фактору В (фон химизации) = 3,20%; НСР₀₅ по фактору С (лист) = 3,20%; НСР₀₅ по фактору D (сорт) = 7,83%</p>								

**Развитие бурой листовой ржавчины
на сортах пшеницы яровой, %**

Сорта яровой пшеницы	Фон интенсификации											
	контроль (без химизации)						комплексная химизация					
	2010		2011		среднее		2010		2011		среднее	
	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг
Памяти Азиева (st.)	0,0	5,2	5,2	13,8	2,6	9,5	0,0	1,0	2,4	9,0	1,2	5,0
Омская 36	0,0	4,9	3,3	15,7	1,6	10,3	0,0	0,6	2,3	8,7	1,1	4,6
Катюша	0,0	4,5	1,8	11,9	0,9	8,2	0,0	0,7	1,5	8,2	0,8	4,4
Боевчанка	0,0	6,0	3,0	15,5	1,5	10,8	0,0	0,6	2,6	8,6	1,3	4,6
<i>Среднее</i>	<i>0,0</i>	<i>5,1</i>	<i>3,3</i>	<i>14,2</i>	<i>1,7</i>	<i>9,7</i>	<i>0,0</i>	<i>0,7</i>	<i>2,2</i>	<i>8,6</i>	<i>1,1</i>	<i>4,7</i>
Омская 33 (st.)	0,0	7,0	4,6	14,5	2,3	10,7	0,0	0,2	2,6	5,9	1,3	3,1
Омская 38	0,0	5,2	2,0	11,6	1,0	8,4	0,0	0,1	2,0	7,7	1,0	3,9
Дуэт	0,0	6,5	4,9	12,1	2,4	9,3	0,0	0,4	2,6	10,9	1,3	5,7
Светланка	0,0	5,9	4,0	13,7	2,0	9,8	0,0	0,2	2,2	10,5	1,1	5,4
<i>Среднее</i>	<i>0,0</i>	<i>6,1</i>	<i>3,9</i>	<i>13,0</i>	<i>1,9</i>	<i>9,5</i>	<i>0,0</i>	<i>0,3</i>	<i>2,3</i>	<i>8,7</i>	<i>1,2</i>	<i>4,5</i>
Омская 28 (st.)	0,0	6,3	3,1	15,3	1,6	10,8	0,0	1,2	1,5	9,7	0,8	5,4
Омская 35	0,0	5,3	3,2	14,5	1,6	9,9	0,0	0,9	2,5	8,8	1,3	4,8
Омская 37	0,0	6,1	3,0	13,7	1,5	9,9	0,0	0,7	2,6	9,5	1,3	5,1
Лавруша	0,0	6,1	3,0	14,2	1,5	10,2	0,0	0,8	1,5	9,8	0,8	5,3
<i>Среднее</i>	<i>0,0</i>	<i>5,9</i>	<i>3,1</i>	<i>14,4</i>	<i>1,5</i>	<i>10,2</i>	<i>0,0</i>	<i>0,9</i>	<i>2,0</i>	<i>9,4</i>	<i>1,0</i>	<i>5,2</i>
Среднее по годам	0,0	5,7	3,4	13,9	1,7	9,8	0,0	0,6	2,2	8,9	1,1	4,8
НСР ₀₅ по фактору А (годы исследований) = 0,22%; НСР ₀₅ по фактору В (фон химизации) = 0,22%; НСР ₀₅ по фактору С (лист) = 0,22%; НСР ₀₅ по фактору D (сорт) = 0,54%												

**Распространение бурой листовой ржавчины
на сортах пшеницы яровой, %**

Сорта яровой пше- ницы	Фон интенсификации											
	Контроль (без химизации)						Комплексная химизация					
	2010		2011		Среднее		2010		2011		Среднее	
	флаг- лист	под- флаг	флаг- лист	под- флаг	флаг- лист	под- флаг	флаг- лист	под- флаг	флаг- лист	под- флаг	флаг- лист	под- флаг
Памяти Азиева (st.)	0,0	72	48	56	24	64	0,0	26	26	52	13	39
Омская 36	0,0	64	44	54	22	59	0,0	18	42	72	21	45
Катюша	0,0	66	34	42	17	54	0,0	14	38	54	19	34
Боев- чанка	0,0	40	40	48	20	44	0,0	20	48	64	24	42
<i>Среднее</i>	0,0	61	42	50	21	55	0,0	20	39	61	19	40
Омская 33 (st.)	0,0	66	48	48	24	57	0,0	20	48	56	24	38
Омская 38	0,0	58	34	54	17	56	0,0	10	42	56	21	33
Дуэт	0,0	58	66	54	33	56	0,0	26	66	44	33	35
Свет- ланка	0,0	52	48	64	24	58	0,0	12	48	58	24	35
<i>Среднее</i>	0,0	59	49	55	25	57	0,0	17	51	54	26	35
Омская 28 (st.)	0,0	60	60	46	30	53	0,0	42	32	50	16	46
Омская 35	0,0	50	46	78	23	64	0,0	26	54	40	27	33
Омская 37	0,0	52	32	64	16	58	0,0	24	46	38	23	31
Лавруша	0,0	52	36	76	18	64	0,0	22	30	40	15	31
<i>Среднее</i>	0,0	54	43	66	22	60	0,0	29	41	42	20	35
Среднее по годам	0,0	58	45	57	22	57	0,0	22	43	52	22	37
<p>НСР₀₅ по фактору А (годы исследований) = 2,95 %; НСР₀₅ по фактору В (фон химизации) = 2,95%; НСР₀₅ по фактору С (лист) = 2,95%; НСР₀₅ по фактору D (сорт) = 1,88%</p>												

Развитие мучнистой росы на сортах пшеницы яровой, %

Сорта яровой пшеницы	Фон интенсификации											
	контроль (без химизации)						комплексная химизация					
	2010		2011		среднее		2010		2011		среднее	
	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг
Памяти Азиева (st.)	13,9	26,5	3,5	13,8	8,7	20,2	7,7	9,0	2,4	7,7	5,1	8,3
Омская 36	13,9	12,7	3,2	15,6	8,6	14,2	7,5	8,7	2,3	7,2	4,9	8,0
Катюша	14,5	15,8	2,9	11,9	8,7	13,8	7,2	8,2	1,5	7,4	4,4	7,8
Боев-чанка	11,2	11,1	3,1	15,6	7,2	13,3	7,2	8,6	2,6	7,2	4,9	7,9
<i>Среднее</i>	<i>13,4</i>	<i>16,5</i>	<i>3,2</i>	<i>14,2</i>	<i>8,3</i>	<i>15,4</i>	<i>7,4</i>	<i>8,6</i>	<i>2,2</i>	<i>7,4</i>	<i>4,8</i>	<i>8,0</i>
Омская 33 (st.)	12,5	23,8	3,8	14,5	8,2	19,1	8,9	8,6	2,6	5,9	5,7	7,3
Омская 38	10,7	12,6	2,6	11,6	6,6	12,1	5,6	7,0	2,0	7,7	3,8	7,3
Дуэт	12,1	21,5	2,9	12,1	7,5	16,8	8,7	9,9	2,6	10,9	5,6	10,4
Свет-ланка	13,5	22,5	4,0	13,7	8,7	18,1	8,5	9,6	2,2	10,5	5,4	10,1
<i>Среднее</i>	<i>12,2</i>	<i>20,1</i>	<i>3,3</i>	<i>13,0</i>	<i>7,8</i>	<i>16,5</i>	<i>7,9</i>	<i>8,8</i>	<i>2,3</i>	<i>8,7</i>	<i>5,1</i>	<i>8,8</i>
Омская 28 (st.)	13,2	20,5	3,1	15,3	8,2	17,9	8,1	9,7	1,5	7,7	4,8	8,7
Омская 35	12,2	16,7	3,2	14,5	7,7	15,6	7,7	8,8	2,5	6,8	5,1	7,8
Омская 37	9,8	13,4	3,7	13,7	6,7	13,6	8,5	9,5	2,6	7,5	5,5	8,5
Лавруша	17,5	20,5	3,0	14,2	10,3	17,3	9,0	9,6	1,5	9,1	5,3	9,4
<i>Среднее</i>	<i>13,2</i>	<i>17,8</i>	<i>3,3</i>	<i>14,4</i>	<i>8,2</i>	<i>16,1</i>	<i>8,3</i>	<i>9,4</i>	<i>2,0</i>	<i>7,8</i>	<i>5,2</i>	<i>8,6</i>
Среднее по годам	12,9	18,1	3,3	13,9	8,1	16,0	7,9	8,9	2,2	8,0	5,0	8,4
<p>НСР₀₅ по фактору А (годы исследований) = 0,84%; НСР₀₅ по фактору В (фон химизации) = 0,84%; НСР₀₅ по фактору С (лист) = 0,84%; НСР₀₅ по фактору D (сорт) = 2,05%</p>												

Распространение мучнистой росы на сортах яровой пшеницы, %

Сорта яровой пшеницы	Фон интенсификации											
	контроль (без химизации)						комплексная химизация					
	2010		2011		среднее		2010		2011		среднее	
	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг	флаг-лист	под-флаг
Памяти Азиева (st.)	58	70	10	50	34	60	34	62	20	70	27	66
Омская 36	40	72	22	62	31	67	28	58	18	44	23	51
Катюша	52	52	20	50	36	51	38	56	36	56	37	56
Боевчанка	36	48	20	66	28	57	40	62	22	46	31	54
<i>Среднее</i>	<i>47</i>	<i>61</i>	<i>18</i>	<i>57</i>	<i>32</i>	<i>59</i>	<i>35</i>	<i>60</i>	<i>24</i>	<i>54</i>	<i>30</i>	<i>57</i>
Омская 33 (st.)	46	80	40	54	43	67	56	74	30	50	43	62
Омская 38	36	36	40	38	38	37	40	52	18	50	29	51
Дуэт	32	74	38	40	35	57	72	80	16	38	44	59
Светланка	52	66	22	42	37	54	26	48	26	46	26	47
<i>Среднее</i>	<i>42</i>	<i>64</i>	<i>35</i>	<i>44</i>	<i>38</i>	<i>54</i>	<i>49</i>	<i>64</i>	<i>23</i>	<i>46</i>	<i>36</i>	<i>55</i>
Омская 28 (st.)	38	60	38	38	38	49	32	72	16	48	24	60
Омская 35	42	58	64	60	53	59	50	50	38	50	44	50
Омская 37	44	56	48	66	46	61	50	52	22	36	36	44
Лавруша	56	90	52	70	54	80	38	18	22	40	30	29
<i>Среднее</i>	<i>45</i>	<i>66</i>	<i>51</i>	<i>59</i>	<i>48</i>	<i>62</i>	<i>43</i>	<i>48</i>	<i>25</i>	<i>44</i>	<i>34</i>	<i>46</i>
Среднее по годам	44	64	35	53	39	58	42	57	24	48	33	52

НСР₀₅ по фактору А (годы исследований) = 0,84%; НСР₀₅ по фактору В (фон химизации) = 0,84%;
НСР₀₅ по фактору С (лист) = 0,84%; НСР₀₅ по фактору D (сорт) = 2,05 %

Засоренность посевов пшеницы яровой в зависимости от сорта и средств интенсификации по группам сорных растений, г/м² (2010-2012 гг.)

Сорт яровой пшеницы	Группы сорных растений																			
	Мятликовые				%*	Однолетние-двудольные										Корнеотпрысковые				%
	2010	2011	2012	среднее		чувствительные к 2,4-Д				%	устойчивые к 2,4-Д				%	2010	2011	2012	среднее	
						2010	2011	2012	среднее		2010	2011	2012	среднее						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Контроль (без химизации)																				
Памяти Азиева (st.)	290	370	270	310	14,1	0	0	0	0	0,0	0	130	20	50	2,6	0	165	0	55	2,8
Омская 36	15	363	150	176	9,5	20	0	2	7	0,4	0	130	0	43	2,5	0	230	0	77	4,4
Катюша	360	436	290	362	13,2	10	30	0	13	0,6	8	120	0	43	1,8	8	350	0	119	4,8
Боевчанка	115	105	85	102	5,4	10	0	0	3	0,2	5	78	40	41	2,2	30	33	10	24	1,3
<i>Среднее</i>	<i>195</i>	<i>319</i>	<i>199</i>	<i>237</i>	<i>10,9</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>0,3</i>	<i>3</i>	<i>115</i>	<i>15</i>	<i>44</i>	<i>2,2</i>	<i>10</i>	<i>195</i>	<i>3</i>	<i>69</i>	<i>3,4</i>
Омская 33 (st.)	314	445	190	316	11,2	0	0	0	0	0,0	10	110	35	52	2,0	32	105	0	46	1,8
Омская 38	290	670	175	378	17,0	0	0	0	0	0,0	15	15	55	28	1,5	95	50	5	50	2,6
Дуэт	186	525	240	317	11,3	45	0	0	15	0,6	22	48	10	27	1,1	18	273	0	97	3,8
Светланка	136	484	100	240	9,3	30	0	0	10	0,4	20	135	15	57	2,4	0	206	0	69	2,9
<i>Среднее</i>	<i>232</i>	<i>531</i>	<i>176</i>	<i>313</i>	<i>12,0</i>	<i>19</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>0,3</i>	<i>17</i>	<i>77</i>	<i>29</i>	<i>41</i>	<i>1,7</i>	<i>36</i>	<i>159</i>	<i>1</i>	<i>65</i>	<i>2,8</i>
Омская 28 (st.)	160	585	375	373	13,9	0	75	0	25	1,1	0	195	115	103	4,3	0	64	5	23	1,0
Омская 35	189	220	100	170	7,5	0	65	0	22	1,0	35	40	15	30	1,4	0	53	15	23	1,1
Омская 37	210	730	210	383	13,3	5	45	0	17	0,7	15	62	10	29	1,1	0	150	15	55	2,2
Лавруша	655	530	100	428	19,2	40	70	10	40	2,2	9	100	0	36	2,0	5	50	90	48	2,6
<i>Среднее</i>	<i>304</i>	<i>516</i>	<i>196</i>	<i>339</i>	<i>13,5</i>	<i>11</i>	<i>64</i>	<i>3</i>	<i>26</i>	<i>1,2</i>	<i>15</i>	<i>99</i>	<i>35</i>	<i>50</i>	<i>2,2</i>	<i>1</i>	<i>79</i>	<i>31</i>	<i>37</i>	<i>1,7</i>
Среднее по сортам	243	455	190	296	12,2	13	24	1	13	0,6	12	97	26	45	2,1	16	144	12	57	2,6
Гербициды																				
Памяти Азиева (st.)	118	224	200	181	8,5	0	0	0	0	0,0	10	38	0	16	0,8	0	0	0	0	0,0
Омская 36	35	58	185	93	4,0	0	0	0	0	0,0	0	70	0	23	1,1	0	50	0	17	0,8
Катюша	22	26	310	119	4,4	10	3	0	4	0,2	0	26	0	9	0,3	0	10	0	3	0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Боевчанка	20	119	125	88	4,1	10	0	0	3	0,2	0	19	0	6	0,3	0	5	0	2	0,1
<i>Среднее</i>	49	107	205	120	5,2	5	1	0	2	0,1	3	38	0	14	0,6	0	16	0	5	0,2
Омская 33 (st.)	11	23	160	65	2,7	3	0	0	1	0,0	4	10	10	8	0,3	15	15	0	10	0,4
Омская 38	30	51	155	79	3,3	0	0	0	0	0,0	20	20	0	13	0,6	20	68	0	29	1,2
Дуэт	45	73	100	73	2,7	0	0	0	0	0,0	35	30	0	22	0,8	30	20	0	17	0,6
Светланка	21	48	100	56	2,1	0	0	0	0	0,0	5	0	0	2	0,1	40	0	0	13	0,5
<i>Среднее</i>	27	49	129	68	2,7	1	0	0	0	0,0	16	15	3	11	0,5	26	26	0	17	0,7
Омская 28 (st.)	30	40	410	160	6,2	10	0	0	3	0,1	5	30	0	12	0,5	0	100	0	33	1,4
Омская 35	15	49	130	65	2,3	0	0	0	0	0,0	20	53	0	24	0,9	25	70	5	33	1,2
Омская 37	4	150	190	115	4,1	0	0	0	0	0,0	0	73	0	24	0,9	0	150	0	50	1,8
Лавруша	15	206	240	154	6,6	10	0	0	3	0,2	4	68	0	24	1,1	0	15	0	5	0,2
<i>Среднее</i>	16	111	243	123	4,7	5	0	0	2	0,1	7	56	0	21	0,8	6	84	1	30	1,2
Среднее по сортам	31	89	192	104	4,2	4	0	0	1	0,1	9	36	1	15	0,6	11	42	0	18	0,7
Гербициды и удобрения																				
Памяти Азиева (st.)	38	208	220	155	7,6	0	0	0	0	0,0	0	20	0	7	0,4	0	110	0	37	1,9
Омская 36	145	130	120	132	5,5	0	30	0	10	0,4	0	23	0	8	0,3	0	60	0	20	0,9
Катюша	122	98	135	118	5,1	15	0	0	5	0,2	0	0	0	0	0,0	0	40	0	13	0,6
Боевчанка	45	46	160	84	4,0	0	0	0	0	0,0	0	23	5	9	0,5	0	15	0	5	0,2
<i>Среднее</i>	88	121	159	122	5,5	4	8	0	4	0,2	0	17	1	6	0,3	0	56	0	19	0,9
Омская 33 (st.)	65	13	160	79	3,5	0	0	0	0	0,0	0	32	10	14	0,6	0	110	0	37	1,7
Омская 38	83	34	175	97	3,7	0	0	0	0	0,0	0	30	10	13	0,5	0	110	5	38	1,5
Дуэт	80	138	240	153	8,1	0	0	0	0	0,0	0	30	0	10	0,6	0	75	0	25	1,4
Светланка	13	59	145	72	3,7	0	0	0	0	0,0	0	2	0	1	0,0	3	40	0	14	0,8
<i>Среднее</i>	60	61	180	100	4,6	0	0	0	0	0,0	0	24	5	10	0,5	1	84	1	29	1,4
Омская 28 (st.)	25	128	290	148	5,4	0	3	0	1	0,0	0	23	0	8	0,3	10	40	0	17	0,6
Омская 35	23	45	170	79	3,0	0	0	0	0	0,0	3	13	5	7	0,3	0	50	0	17	0,6
Омская 37	62	165	185	137	4,8	0	0	0	0	0,0	0	105	0	35	1,3	0	90	0	30	1,1
Лавруша	283	93	350	242	11,5	15	0	0	5	0,3	3	67	0	23	1,2	0	20	0	7	0,4
<i>Среднее</i>	98	108	249	152	5,9	4	1	0	2	0,1	2	52	1	18	0,7	3	50	0	18	0,7
Среднее	82	96	196	125	5,3	3	3	0	2	0,1	1	31	3	11	0,5	1	63	0	22	1,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
по сортам																				
Комплексная химизация																				
Памяти Азиева (st.)	45	83	350	159	9,3	0	0	0	0	0,0	0	45	10	18	1,2	0	30	0	10	0,6
Омская 36	30	47	240	106	4,9	0	0	0	0	0,0	10	57	0	22	1,1	10	80	0	30	1,4
Катюша	60	38	195	98	4,9	0	0	0	0	0,0	12	48	10	23	1,2	0	30	0	10	0,5
Боевчанка	19	60	175	85	4,6	0	0	0	0	0,0	0	28	0	9	0,5	20	20	50	30	1,7
<i>Среднее</i>	39	57	240	112	5,8	0	0	0	0	0,0	6	45	5	18	1,0	8	40	13	20	1,1
Омская 33 (st.)	80	38	370	163	7,5	0	0	0	0	0,0	0	40	0	13	0,7	0	80	30	37	1,8
Омская 38	85	75	320	160	7,2	0	0	0	0	0,0	13	5	0	6	0,3	0	40	0	13	0,6
Дуэт	200	71	170	147	8,7	0	0	0	0	0,0	0	35	0	12	0,7	0	160	0	53	3,3
Светланка	30	36	170	79	3,9	0	0	0	0	0,0	6	30	0	12	0,6	0	35	0	12	0,6
<i>Среднее</i>	99	55	258	137	6,8	0	0	0	0	0,0	5	28	0	11	0,6	0	79	8	29	1,5
Омская 28 (st.)	60	32	450	181	8,2	0	0	0	0	0,0	0	40	0	13	0,7	0	80	0	27	1,3
Омская 35	85	68	150	101	4,6	10	0	0	3	0,2	5	18	0	8	0,4	10	35	0	15	0,7
Омская 37	47	49	345	147	5,5	0	0	0	0	0,0	0	29	5	11	0,5	0	0	0	0	0,0
Лавруша	175	8	160	114	5,9	20	0	0	7	0,4	5	11	5	7	0,4	0	0	0	0	0,0
<i>Среднее</i>	92	39	276	136	6,0	8	0	0	3	0,1	3	25	3	10	0,5	2,5	29	0	10	0,5
Среднее по сортам	76	50	258	128	6,2	3	0	0	1	0,0	4	32	3	13	0,7	3	49	7	20	1,0
Среднее по году	108	173	209	163	7,0	5	7	0	4	0,2	6	49	8	21	1,0	8	75	5	29	1,3

Масса культурных и сорных растений, г/м² (2010-2012 гг.)

Сорт яровой пшеницы	Показатели засоренности растений								Доля сорняков, %
	масса культуры				масса сорняков				
	2010	2011	2012	сред- нее	2010	2011	2012	сред- нее	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>Контроль (без химизации)</i>									
Памяти Азиева (st.)	2240	2680	765	1895	290	665	290	415	18,0
Омская 36	880	3050	1120	1683	35	723	152	303	15,3
Катюша	1810	4400	940	2383	386	936	290	537	18,4
Боевчанка	2450	2070	860	1793	160	216	135	170	8,7
<i>Среднее</i>	<i>1845</i>	<i>3050</i>	<i>921</i>	<i>1939</i>	<i>218</i>	<i>635</i>	<i>217</i>	<i>357</i>	<i>15,5</i>
Омская 33 (st.)	2700	3645	1180	2508	356	660	225	414	14,2
Омская 38	1700	2890	960	1850	400	735	235	457	19,8
Дуэт	1900	4755	800	2485	271	846	250	456	15,5
Светланка	1850	4455	710	2338	186	825	115	375	13,8
<i>Среднее</i>	<i>2038</i>	<i>3945</i>	<i>913</i>	<i>2295</i>	<i>303</i>	<i>767</i>	<i>206</i>	<i>425</i>	<i>15,6</i>
Омская 28 (st.)	2130	4015	800	2315	160	919	495	525	18,5
Омская 35	1740	3715	830	2095	224	378	130	244	10,4
Омская 37	2500	4110	900	2503	230	987	235	484	16,2
Лавруша	1730	2540	1120	1797	709	750	200	553	23,5
<i>Среднее</i>	<i>2025</i>	<i>3595</i>	<i>913</i>	<i>2178</i>	<i>331</i>	<i>759</i>	<i>265</i>	<i>451</i>	<i>17,2</i>
Среднее по сортам	1969	3527	915	2137	284	720	229	411	16,1
<i>Гербициды</i>									
Памяти Азиева (st.)	1460	3490	890	1947	128	262	200	197	9,2
Омская 36	1790	3780	1020	2197	35	178	185	133	5,7
Катюша	2280	4420	990	2563	32	65	310	136	5,0
Боевчанка	3010	2470	710	2063	30	143	125	99	4,6
<i>Среднее</i>	<i>2135</i>	<i>3540</i>	<i>903</i>	<i>2193</i>	<i>56</i>	<i>162</i>	<i>205</i>	<i>141</i>	<i>6,0</i>
Омская 33 (st.)	2440	3510	930	2293	33	48	170	84	3,5
Омская 38	2560	3580	870	2337	70	139	155	121	4,9
Дуэт	3040	3640	1050	2577	110	123	100	111	4,1
Светланка	2040	4620	1065	2575	46	48	100	65	2,4
<i>Среднее</i>	<i>2520</i>	<i>3838</i>	<i>979</i>	<i>2445</i>	<i>65</i>	<i>90</i>	<i>131</i>	<i>95</i>	<i>3,7</i>
Омская 28 (st.)	3400	3230	600	2410	45	170	410	208	8,0
Омская 35	3010	4150	940	2700	60	172	135	122	4,3
Омская 37	3000	4070	990	2687	4	373	190	189	6,6

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Лавруша	2600	2950	995	2182	29	289	240	186	7,9
<i>Среднее</i>	3003	3600	881	2495	35	251	244	176	6,6
Среднее по сортам	2553	3659	920,8	2378	52	168	193	138	5,5
Гербициды и удобрения									
Памяти Азиева (st.)	1830	2650	1210	1897	38	338	220	199	9,5
Омская 36	1750	3960	1110	2273	145	243	120	169	6,9
Катюша	1740	3610	1310	2220	137	138	135	137	5,8
Боевчанка	1880	3280	890	2017	45	84	165	98	4,6
<i>Среднее</i>	1800	3375	1130	2102	91	201	160	151	6,7
Омская 33 (st.)	1940	3550	1050	2180	65	155	170	130	5,6
Омская 38	2460	4110	1070	2547	83	174	190	149	5,5
Дуэт	770	3520	900	1730	80	243	240	188	9,8
Светланка	1650	2920	1085	1885	16	101	145	87	4,4
<i>Среднее</i>	1705	3525	1026	2085	61	168	186	139	6,2
Омская 28 (st.)	2450	4225	1150	2608	35	194	290	173	6,2
Омская 35	3250	3460	1050	2587	26	108	175	103	3,8
Омская 37	3200	3725	1160	2695	62	360	185	202	7,0
Лавруша	2000	2750	850	1867	301	180	350	277	12,9
<i>Среднее</i>	2725	3540	1053	2439	106	211	250	189	7,2
Среднее по сортам	2077	3480	1070	2209	86	193	199	159	6,7
Комплексная химизация									
Памяти Азиева (st.)	1060	2835	780	1558	45	158	360	188	10,7
Омская 36	1670	3510	1000	2060	50	184	240	158	7,1
Катюша	1650	3020	1060	1910	72	116	205	131	6,4
Боевчанка	1780	2610	900	1763	39	108	225	124	6,6
<i>Среднее</i>	1540	2994	935	1823	52	142	258	150	7,6
Омская 33 (st.)	2260	2785	950	1998	80	158	400	213	9,6
Омская 38	1780	3675	740	2065	98	120	320	179	8,0
Дуэт	1170	2530	940	1547	200	266	170	212	12,1
Светланка	2440	2510	890	1947	36	101	170	102	5,0
<i>Среднее</i>	1913	2875	880	1889	104	161	265	177	8,5
Омская 28 (st.)	2580	2750	720	2017	60	152	450	221	9,9
Омская 35	1980	3360	970	2103	110	121	150	127	5,7
Омская 37	3180	3200	1130	2503	47	78	350	158	5,9
Лавруша	2760	1630	1070	1820	200	19	165	128	6,6
<i>Среднее</i>	2625	2735	973	2111	104	93	279	159	7,0

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Среднее по сортам	2026	2868	929	1941	86	132	267	162	7,7
Среднее по году	2156	3384	959	2165	127	303	222	217	9,1
НСР ₀₅ по фактору А (сорт) = 195 г/м ² НСР ₀₅ по фактору В (фон химизации) = 222 г/м ² НСР ₀₅ по фактору С (годы исследований) = 192 г/м ²					НСР ₀₅ по фактору А (сорт) = 42 г/м ² НСР ₀₅ по фактору В (фон химиз.) = 73 г/м ² НСР ₀₅ по фактору С (годы иссл.) = 36 г/м ²				

**Урожайность зерна (т/га) сортов пшеницы яровой,
2010-2012 гг.**

Сорт яровой пшеницы	Фон интенсификации				Среднее
	контроль (без химизации)	гербициды	гербициды + удобрение	комплексная химизация	
1	2	3	4	5	6
2010 год					
Памяти Азиева	2,39	2,86	3,11	3,49	2,96
Омская 36	2,87	2,92	3,07	3,51	3,09
Катюша	2,81	2,93	3,16	3,60	3,13
Боевчанка	3,18	3,44	3,61	3,88	3,53
Среднее	2,81	3,04	3,24	3,62	3,18
Омская 33	2,84	3,58	3,93	4,29	3,66
Омская 38	2,89	3,52	3,78	4,23	3,61
Дуэт	2,82	3,52	3,96	4,16	3,62
Светланка	3,10	3,65	3,79	4,42	3,74
Среднее	2,91	3,56	3,87	4,27	3,65
Омская 28	3,36	3,56	3,72	5,05	3,92
Омская 35	2,98	3,67	3,96	4,62	3,81
Омская 37	3,53	3,65	4,38	5,08	4,16
Лавруша	2,00	3,22	3,53	4,22	3,24
Среднее	2,97	3,52	3,90	4,74	3,78
Среднее по фону	2,90	3,37	3,67	4,21	3,54
НСР ₀₅ по фактору А (химизация) – 0,20 т/га; НСР ₀₅ по фактору В (сорт) – 0,35 т/га					
2011 год					
Памяти Азиева	2,92	3,23	3,36	3,59	3,28
Омская 36	3,15	3,61	3,89	4,04	3,67
Катюша	3,21	3,44	3,72	3,76	3,53
Боевчанка	3,34	3,46	3,65	3,83	3,57
Среднее	3,15	3,43	3,65	3,80	3,51
Омская 33	2,92	3,77	4,02	4,18	3,72
Омская 38	3,15	3,68	4,11	4,18	3,78
Дуэт	3,21	3,35	3,71	3,85	3,53
Светланка	3,34	3,24	3,57	3,93	3,52
Среднее	3,15	3,51	3,85	4,03	3,64
Омская 28	3,20	3,32	3,49	4,06	3,52
Омская 35	3,68	3,73	3,95	4,10	3,87
Омская 37	2,73	3,46	3,64	3,90	3,43

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Лавруша	2,46	3,34	3,68	4,17	3,41
Среднее	3,02	3,46	3,69	4,06	3,56
Среднее по фону	3,11	3,47	3,73	3,96	3,57
НСР ₀₅ по фактору А (химизация) – 0,14 т/га; НСР ₀₅ по фактору В (сорт) – 0,25 т/га					
2012 год					
Памяти Азиева	0,98	1,11	1,26	1,13	1,12
Омская 36	1,12	1,22	1,34	1,43	1,28
Катюша	1,05	1,21	1,40	1,49	1,29
Боевчанка	0,91	1,10	1,17	1,13	1,08
Среднее	1,02	1,16	1,29	1,29	1,19
Омская 33	1,31	1,61	1,68	1,39	1,50
Омская 38	0,83	0,95	1,16	1,24	1,05
Дуэт	1,24	1,38	1,52	1,37	1,38
Светланка	1,17	1,27	1,44	1,43	1,33
Среднее	1,14	1,30	1,45	1,36	1,31
Омская 28	0,90	1,06	1,21	1,33	1,13
Омская 35	1,21	1,28	1,55	1,37	1,35
Омская 37	1,10	1,18	1,57	1,52	1,33
Лавруша	1,14	1,16	1,33	1,24	1,22
Среднее	1,09	1,17	1,42	1,36	1,26
Среднее по фону	1,08	1,21	1,38	1,34	1,25
НСР ₀₅ по фактору А (химизация) – 0,06 т/га; НСР ₀₅ по фактору В (сорт) – 0,11 т/га					

Научное издание

Корчагина Ирина Анатольевна, **Юшкевич** Леонид Витальевич

**СОРТА ПШЕНИЦЫ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ
ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ**

МОНОГРАФИЯ

Подписано в печать 02.05.2023. Формат 60\84\16

Бумага офсетная. Печать оперативная.

Печ. л 10,75. Гарнитура «Times New Roman»

Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии ИП Макшеевой Е.А.

г. Омск, ул. Долгирева, 126, тел.: 89083194462