

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СОИ
(ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои)

На правах рукописи



КУБАСОВ
ИЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ
ОБЛАСТИ**

Специальность: 4.1.1 – Общее земледелие и растениеводство

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Асеева Татьяна Александровна

Благовещенск – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Федеральном научном центре «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, профессор,
Асеева Татьяна Александровна

Официальные оппоненты:

Плескачев Юрий Николаевич,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, Российская академия наук,
главный специалист управления научно-методического руководства и экспертной деятельности РАН

Бобровский Александр Владимирович,
кандидат сельскохозяйственных наук,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» – обособленное подразделение Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Защита состоится «15 декабря» 2026 г. в 12:00 на заседании диссертационного совета Д 35.2.013.02 при ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» по адресу: 675005 Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86, корпус 1, зал совещаний (библиотека).

Тел.: +7(4262) 99-99-98; e-mail: dis35201302@dalgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» и на официальном сайте www.dalgau.ru
Автореферат разослан «____» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета

11.11.26

Муратов
Алексей Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года «Об утверждении доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» наша страна должна полностью обеспечить себя основными видами сельскохозяйственной продукции, сырья и продуктов питания. В настоящее время яровая пшеница остается лидирующей культурой в агропромышленном комплексе Российской Федерации по обеспечению населения продуктами питания. Поэтому приемы возделывания, направленные на увеличение валового сбора зерна и улучшение качества получаемой продукции, являются стратегически важным направлением аграрного производства любого региона Российской Федерации. В Дальневосточном федеральном округе Амурская область является одним из основных регионов возделывания зерновых культур. Почвенно-климатические условия Дальнего Востока значительно отличаются от оптимальных условий традиционных зон возделывания яровой пшеницы и, тем не менее, позволяют получать достаточно высокий урожай продовольственного зерна с высокими технологическими показателями качества. Уровень урожайности и качество получаемого зерна здесь часто не достигают средних показателей по России и резко варьируют по годам. Средняя урожайность яровой пшеницы в агроэкологических условиях Амурской области составляет 1,50–1,90 т/га, что далеко от потенциальной возможности районированных сортов. Недобор урожая культурой связан со многими факторами, одним из которых является недостаточная обеспеченность почвы в период роста и развития яровой пшеницы доступными для растений элементами минерального питания, особенно азота и фосфора в критические периоды развития. Поэтому применение минеральных и органических удобрений остается актуальнейшим вопросом в повышении урожайности и технологических качеств зерна. С 2000 по 2024 годы внесение минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры увеличилось в 2,6 раза. Тем не менее этот показатель недостаточен для получения максимальной урожайности зерна. Однако высокие производственные затраты, связанные с приобретением и внесением удобрений, вынуждают сельхозтоваропроизводителей либо снижать рекомендуемые нормы внесения, либо сеять яровую пшеницу в неудобренную почву. В связи с этим возникла необходимость изучить формирование структурных элементов урожая яровой пшеницы, его величины и качества при внесении удобрений и по их последствию в гидротермических и почвенных условиях Амурской области. Чередование действия и последствия удобрений при возделывании в севообороте яровой пшеницы позволит снизить затраты на производство зерна за счет снижения количества вносимых удобрений.

Цель исследований – установить особенности формирования урожая зерна яровой пшеницы и его качественных показателей в зависимости от действия и последствия удобрений в зерно-соевом севообороте в условиях Амурской области.

Объект исследований: отзывчивость яровой пшеницы сорта Арюна на действие и последствие различных удобрений в меняющихся гидротермических условиях на лугово-черноземовидных почвах.

Предмет исследований: закономерности роста, развития и формирования урожая яровой пшеницы в зерно-соевом севообороте в зависимости от действия и последствия применяемых удобрений.

Задачи исследований:

1. Установить зависимость роста, развития и формирования урожая яровой пшеницы в севообороте от действия и последствия различных удобрений;
2. Дать оценку влияния гидротермических условий периода вегетации на рост и развитие яровой пшеницы;
3. Выявить зависимость формирования структурных элементов урожая и качества зерна яровой пшеницы в различные периоды роста и развития от действия и последствия различных удобрений;
4. Определить экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы при действии и последствии применяемых удобрений в севообороте;
5. Дать научно-обоснованные рекомендации по применению удобрений при возделывании яровой пшеницы сельхозтоваропроизводителям Амурской области.

Научная новизна. Впервые в гидротермических условиях Зейско-Буреинской равнины Приамурья, определено влияние удобрений и погодных условий на рост, развитие и урожайность яровой пшеницы. Установлены закономерности поступления основных элементов питания (азота, фосфора и калия) в период роста и развития растений в зависимости от действия и последствия применяемых удобрений.

Впервые выявлено, что качество зерна мягкой яровой пшеницы в Приамурье зависит от гидротермических условий периода вегетации, высокие показатели качества зерна формируются при недостатке влаги в межфазный период колошение–полная спелость. Применение минеральных удобрений как в действии, так и в последствии увеличивает содержание в зерне яровой пшеницы сырой клейковины и протеина, максимальные их показатели формируются при внесении $N_{60}P_{30}$ и N_{30} по последствию органоминеральной системы удобрения.

Применение азотного удобрения в дозе N_{30} по последствию органоминерального удобрения на луговой черноземовидной почве обеспечивает рентабельность производства на уровне 24,55 %.

Теоретическая и практическая значимость. Выявлены особенности роста, развития растений и формирования урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от действия и последствия удобрений в почвенно-климатических условиях Зейско-Буреинской равнины Приамурья, что существенно расширяет теоретическую и практическую основу регулирования урожайности в условиях, отклоняющихся от оптимальных. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{30}$ и N_{30} по последствию органоминеральной системы удобрения позволяет получить урожайность зерна яровой пшеницы не менее 3,00 т/га.

Методология и методы исследований. Методология исследований включает в себя анализ литературных источников прошлых лет и оценку метеорологических условий. Для достижения поставленной цели и задач применялись дедуктивные и индуктивные методы сбора, обработки и анализа научной информации, а также химический, физико-химический и количественный методы определения критериев, изучаемого субъекта и объекта исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Зависимости роста, развития и формирования урожая яровой пшеницы от гидротермических условий, действия и последствий минеральных удобрений;
2. Закономерности накопления в почве и выноса основных элементов питания (NPK) по фазам роста и развития растений яровой пшеницы;
3. Эффективность действия и последствий различных схем внесения удобрений на всхожесть, сохранность, и структуру урожая яровой пшеницы, и его качественные показатели;
4. Результаты экономической эффективности от внедрения схем внесения минеральных и органических удобрений при выращивании яровой пшеницы.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается использованием общепринятых методов отбора, анализа проб и проведением статистической обработки данных (дисперсионный, корреляционный и множественный регрессионный анализы).

Основные научные результаты докладывались на региональных научно-практических конференциях «Молодежь XXI века: шаг в будущее» в г. Благовещенске в 2020 и 2025 годы; на научной конференции «Молодые ученые – науке» в г. Благовещенске в 2023 и 2024 годах. В 2025 году в Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию академика Дмитрия Николаевича Прянишникова «Агрохимическая наука – основа эффективного управления природно-ресурсным потенциалом агроэкосистем» в г. Москве.

Производственная проверка и внедрение лучших результатов опыта произведена в 2022 и 2024 годы на площади 200 га в ООО «Союз» Ивановского района и ЗАО «Агрофирма АНК» Благовещенского района.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 9 научных статей, в том числе 7 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 164 страницах машинописного текста. Состоит из введения, 5 глав, заключения и рекомендаций производству. Работа имеет 18 таблиц и 15 рисунков. Список использованной литературы включает 221 наименований, в том числе 5 на иностранных языках.

Личный вклад автора. Личный вклад автора заключается в сборе и анализе исходных данных, постановке целей и задач исследований. Планировании и непосредственном проведении полевых и лабораторных опытов, наблюдении, анализе и обобщении результатов исследований.

Обосновании полученных результатов и выводов, подготовке рукописи диссертации.

Благодарности. Автор выражает признательность научному руководителю доктору с.-х. наук, профессору, члену-корреспонденту РАН Асеевой Т. А. за помощь в написании диссертационной работы. Автор выражает благодарность ведущему научному сотруднику лаборатории семеноведения и агротехнологий, канд. с.-х. наук Иванову Н. Ю. за методологическую помощь, а также директору ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, д-ра эконом. наук Волкову Е. А. и канд. эконом. наук Чурилову К. С. за помощь при расчете экономических показателей.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Значение, возможность и необходимость возделывания яровой пшеницы в условиях Дальнего Востока Представлена информация из литературных источников по вопросам значения, возможности и необходимости возделывания яровой пшеницы в условиях Дальнего Востока.

Условия, объекты и методика проведения исследований. Изложены почвенные и гидротермические условия в годы проведения исследований.

Погодные условия вегетационного периода 2019 года были увлажненными и прохладными, 2020 и 2021 годов – жаркими с избытком осадков, 2022 года характеризовались как оптимальные, 2023 года – теплыми и засушливыми (рисунки 1,2).

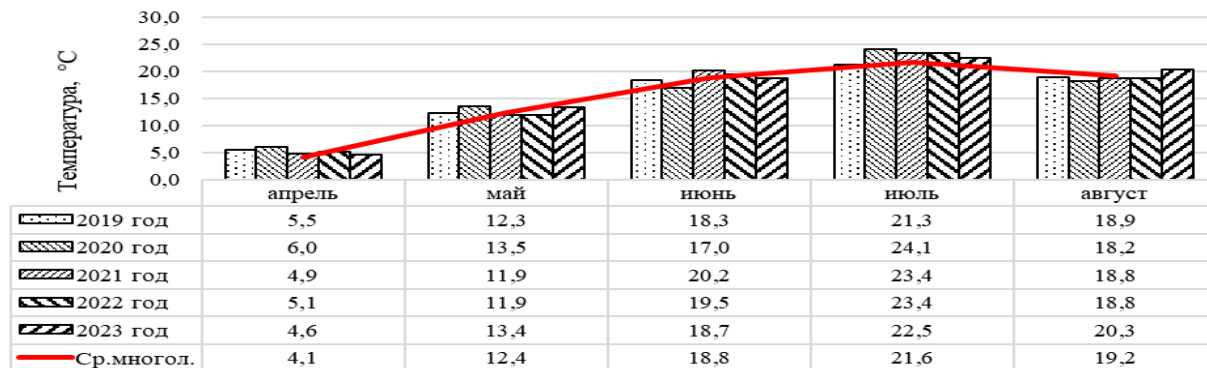


Рисунок 1 – Среднемесячные температуры воздуха, °C
(МП г. Благовещенск)

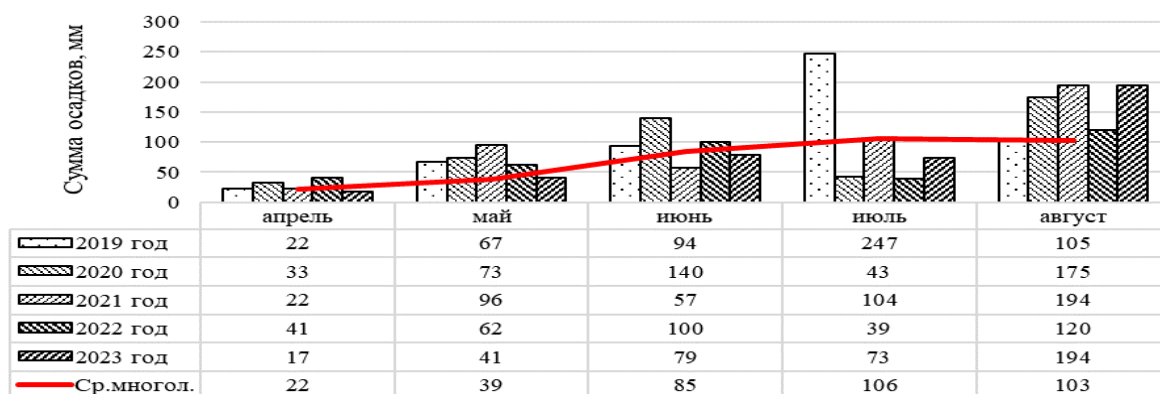


Рисунок 2 – Сумма осадков за месяц, мм (МП с. Садовое)

Характеристика сорта. Среднеспелый сорт. Включен в Госреестр по Дальневосточному и Восточно-Сибирскому региону. Колос цилиндрический, средней плотности. Вегетационный период 76–87 дней. Среднеустойчив к полеганию. Засухоустойчивый. Масса 1000 зерен – 30–31 г.

Полевые исследования проводили в пятипольном полевом севообороте длительного стационарного опыта с удобрениями Географической сети РФ Всероссийского научно-исследовательского института сои на луговой черноземовидной среднemosной почве в 2019–2023 гг., расположенном в с. Садовое Тамбовского района Амурской области. Длительные стационарные опыты с удобрениями заложены последовательно на трех полях севооборота в 1962–1964 гг.

Общая площадь делянки составляла 180 м², площадь учетной – 72 м². Повторность закладки опыта трехкратная во времени и пространстве, расположение вариантов систематическое. Минеральные удобрения вносили вручную под предпосевную обработку почвы согласно схеме опыта (таблица 1).

Таблица 1 – Схема длительного стационарного опыта

Внесено удобрений с 1962–2023 гг., д. в. по вариантам:	Соя + овёс 1-я культура	Соя 2-я культура	Пшеница 3-я культура	Соя 4-я культура	Пшеница 5-я культура
1. Контроль (б/у)	Контроль (б/у)	Контроль (б/у)	Контроль (б/у)	Контроль (б/у)	Контроль (б/у)
2. P ₁₈₀₀	P ₃₀	P ₆₀	P ₆₀	–	–
3. N ₁₄₄₀	N ₆₀	N ₃₀	N ₃₀	–	–
4. N ₁₄₄₀ P ₁₈₀₀ K ₁₄₄₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	N ₃₀ K ₃₀	P ₆₀	–
5. N ₂₅₂₀ P ₂₈₈₀	N ₉₀ P ₉₀	P ₆₀	N ₆₀ P ₃₀	P ₃₀	N ₆₀ P ₃₀
6. N ₁₄₄₀ P ₁₈₀₀ + навоз N ₁₄₄₀ P ₇₂₀ K ₁₄₄₀	N ₆₀ P ₃₀ + навоз 12 т/га	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀	P ₆₀ + навоз 12 т/га	–
Примечание: б/у – без внесения удобрений, д. в. – действующее вещество удобрения.					

Азотные – в форме аммиачной селитры (N – 34,6 %), фосфорные – двойного суперфосфата (P₂O₅ – 46 %) включительно по 11-ю ротацию севооборота, с 12-й ротации – суперфосфат гранулированный (P₂O₅ – 29 %), калийные – калия хлористого (K₂O – 63 %). В шестом варианте опыта под первую и четвертую культуры севооборота постоянно вносили полуперепревший навоз КРС (N – 0,2 %, P₂O₅ – 0,5 %, K₂O – 0,6 %). Посев проводили рядовым способом с шириной междурядий 15 см: в 2019 году – 23 апреля, в 2020 году – 16 апреля, в 2021 году – 26 апреля, в 2022 году – 21 апреля, в 2023 году – 27 апреля.

Исследования по влиянию удобрений на формирование урожая яровой мягкой пшеницы и его качество проводили в полевом севообороте в 2019–2021 гг. (третья культура в 12 ротации севооборота), а влияние последствий удобрений в конце 12 ротации севооборота в пятой культуре в 2021–2023 гг. (таблица 2).

Таблица 2 – Схема опытов с действием и последствием удобрений

Действие удобрений (2019–2021 гг.)	Последствие удобрений (2021–2023 гг.)
1.Контроль (без внесения удобрений)	1.Контроль (без внесения удобрений)
2.Р ₆₀	2.П/д Р
3.Н ₃₀	3.П/д N
4.Н ₃₀ К ₃₀	4.П/д NPK
5.Н ₆₀ Р ₃₀	5.Н ₆₀ Р ₃₀
6.Н ₃₀ + П/д ОМС	
Примечание: П/д Р – последствие фосфорного удобрения; П/д N – последствие азотного удобрения; П/д NPK – последствие полного минерального удобрения; П/д ОМС – последствие органоминеральной системы удобрения.	

Посев яровой пшеницы осуществляли сеялкой СЗ-3,6 с нормой высева 5 млн. всхожих семян на 1 гектар. Учет урожайности проводили поделочно методом прямого комбайнирования (JohnDeer 3070) с перерасчетом зерна на стандартную влажность – 14 % и 100 % чистоту.

Зависимость роста и развития яровой пшеницы от условий произрастания. Приводятся условия произрастания яровой пшеницы на луговой черноземовидной почве.

Отдельные годы различались между собой как по накоплению тепла, так и по количеству выпавших осадков. По сумме активных температур наиболее контрастными были 2020 и 2023 годы, когда за период посев–полная спелость накопилось 1890 и 1750 °С. В остальные годы этот показатель изменялся в интервале 1772–1869 °С. Распределение осадков по годам было тоже неравномерным. Наибольшее их количество было в 2019 году, что составило 487 мм, а наименьшее в 2023 году – 216 мм.

Вариация погодных условий обусловила различия в росте и развитии яровой пшеницы. При посеве яровой пшеницы во второй декаде апреля в 2020 году продолжительность вегетационного периода (посев–полная спелость) была максимальной и составила 119 дней, при наивысшей урожайности зерна в контроле – 3,25 т/га (рисунок 3).

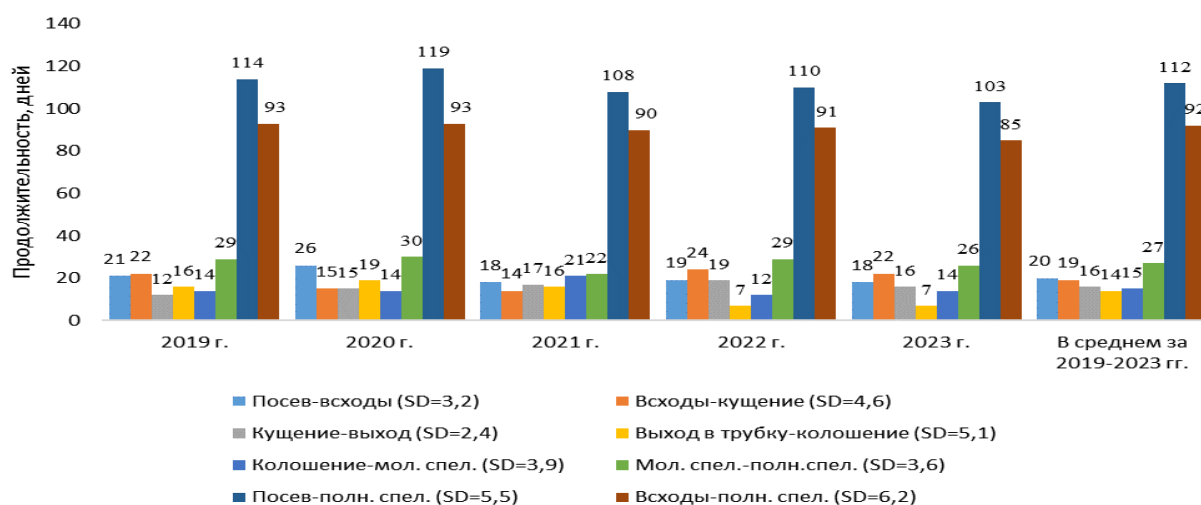


Рисунок 3 – Продолжительность межфазных периодов роста и развития яровой пшеницы

При посеве в третьей декаде апреля период вегетации яровой пшеницы сокращается до 103–114 дней. При этом минимальное значение продолжительности вегетационного периода было отмечено в засушливых условиях 2023 года (103 дня).

Задержка появления всходов отмечалось в 2020 году, период посев–всходы составил 26 дней, что связано с острым недостатком влаги в почве из-за теплой погоды во второй декаде апреля (на 3,2 °C выше нормы) и сильных ветров, приведших к иссушению верхнего слоя почвы. В остальные годы (2019, 2021, 2022 и 2023) наших исследований при наличии достаточного количества тепла и влаги всходы появились через 18–21 день.

Избыток тепла и влаги в межфазный период посев–всходы затягивал появление всходов растений. Методом множественного корреляционного анализа было установлено, что в первую очередь на урожайность зерна оказывали среднесуточные температуры воздуха ($\beta = -0,86 \pm 0,22$), затем сумма осадков ($\beta = -0,66 \pm 0,22$) в этот период. Взаимосвязь включенных переменных на урожайность была сильной ($R = 0,71$, $R^2 = 0,51$).

По данным Бесалиева И. Н. (2024), оптимальная продолжительность межфазного периода всходы–кущение составляет 16–19 дней при урожайности не менее 2,00 т/га. В наших исследованиях самым продолжительным оказался межфазный период всходы–кущение в гидротермических условиях 2022 года, когда сумма активных температур в этот период была близка к среднемноголетнему значению и составляла 24 дня. Сокращение этого периода до минимального значения – 14–15 дней – наблюдалась в условиях 2020 и 2021 годов, когда в межфазный период всходы–кущение наблюдалось сильное переувлажнение почвы на фоне низкого накопления суммы активных температур. В остальные годы период всходы–кущение изменялся в пределах 15–22 дней.

Методом множественного корреляционно-регрессионного анализа нами было выявлено, что гидротермические условия в межфазный период всходы–кущение слабо влияли на урожайность зерна яровой пшеницы ($R = 0,25$, $R^2 = 0,06$). Влияние среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков было слабым ($\beta = 0,16 \pm 0,27$ и $-0,15 \pm 0,27$ соответственно).

Межфазный период выход в трубку–колошение – наиболее ответственный для формирования урожайности яровой пшеницы. Снижение суммы активных температур на 13–19 % относительно среднемноголетнего значения в межфазный период выход в трубку–колошение приводит к его сокращению до 7 дней в 2022 и 2023 годах, а увеличение суммы температур на 120–173 °C в 2019, 2020 и 2021 годах увеличивает его до 16–19 дней.

Проведенный нами множественный корреляционный анализ показал, что урожайность зерна яровой пшеницы на 85 % ($R^2 = 0,85$) зависела от гидротермических условий в межфазный период выход в трубку–колошение. Влияние среднесуточных температур приземного слоя воздуха было сильным негативным ($\beta = -0,72 \pm 0,12$), осадков – слабым положительным ($\beta = 0,28 \pm 0,12$). При этом все переменные в модели были статистически значимы (p -уровень $\leq 0,05$).

В четырех из пяти лет проведения наших исследований в июле месяце наблюдалась жаркая погода с дефицитом осадков, что способствовало ускоренному прохождению межфазного периода колошение–молочная спелость в условиях 2019, 2020, 2022 и 2023 годов за 12–14 дней. Удлинение же этого периода происходило при увлажнении близкому к оптимальному условиям первых двух декад июля в 2021 году, когда сумма осадков за месяц была близка к норме (74 мм). Однако экстремально высокие температуры в отдельные дни, достигающие 26,9–28,1 °С, негативно отразилось на растениях из-за чего отмечалось потеря тургора и скручивание листьев.

При проведении множественного корреляционного анализа было установлено, что гидротермические условия в межфазный период колошение–молочная спелость негативно влияли на налив зерна яровой пшеницы ($R = 0,80$, $R^2 = 0,64$). Влияние среднесуточных температур воздуха и суммы осадков было сильным отрицательным ($\beta = -0,88 \pm 0,24$ и $-0,91 \pm 0,24$).

В неблагоприятный межфазный период молочная–полная спелость 2021 года было отмечено его сокращение до 22 дней, что связано с ливневым выпадением осадков 1 августа, когда выпало 2/3 от месячной нормы, что привело к сильному заражению колоса фузариозом. В условиях 2023 года сокращение этого межфазного периода было обусловлено острым дефицитом влаги (ГТК был в 2 раза ниже нормы). Самый продолжительный период от молочной до полной спелости зерна составил 30 и 29 дней в 2020 и 2022 годах при дефиците осадков и высоких среднесуточных температур воздуха во второй и третьи декадах июля, и выпадении обильных осадков при умеренных температурах воздуха в первой декаде августа. В эти годы отмечается повышенная урожайность яровой пшеницы в опытах: в 2020 году она варьировала в пределах 3,25–4,16 т/га, в 2022 году – 2,57–3,52 т/га.

При проведении множественного корреляционного анализа было установлено, что связь урожайности зерна с гидротермическими условиями в межфазный период молочная–полная спелость была умеренной ($R = 0,60$, $R^2 = 0,37$). Повышение среднесуточных температур воздуха в этот период оказывало положительное влияние на величину урожая ($\beta = 0,97 \pm 0,34$). С суммой осадков связь была несколько слабее β -коэффициент составил $0,60 \pm 0,34$.

Максимальное накопление минерального азота в почве приходится на межфазный период всходы–кущение во все годы проведения исследований, что связано как с повышенной микробиологической активностью почвы, так и с его слабым выносом посевами. В последующие фазы роста и развития его количество плавно снижается ввиду активного поглощения растениями яровой пшеницы.

В годы с избыточным увлажнением межфазного периода всходы–кущение количество минерального азота снижается, а в оптимальные годы по тепло- и влагообеспеченности повышается.

В фазу кушения статистически значимое увеличение минерального азота почвы относительно контрольного варианта (без удобрений) было выявлено при внесении азотно-фосфорного удобрения ($N_{60}P_{30}$) и последствии

органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС). При этом тенденция превышения содержания над контролем сохранялась на всем протяжении вегетационного периода.

Наибольшее количество подвижного фосфора в почве отмечено при увлажнении сопоставимым со среднемноголетним значением ($ГТК = 1,0$) в условиях 2023 года, когда его содержание в почве составило от 30 до 113 мг/кг почвы. Наименьшее содержание подвижного фосфора почвы выявлено во влажном 2022 году – 31–96 мг/кг почвы.

Статистически значимое увеличение подвижного фосфора почвы установлено в фазу кущения под посевами яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений (в среднем за 2019–2021 гг.) с внесением азотного удобрения N_{30} по последствию органоминерального удобрения (П/д ОМС), а по последствию удобрений (в среднем за 2021–2023 гг.) с внесением навоза в варианте с последствием органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС).

В увлажненные годы (2019, 2020, 2021 и 2022) величина подвижного калия почвы повышается, а в сухой 2023 год – снижается.

В фазу кущения существенное увеличение содержания подвижного калия в почве обеспечивалось последствием навоза в посевах яровой пшеницы, размещенной как по действию (в среднем за 2019–2021 гг.), так и по последствию (в среднем за 2021–2023 гг.) удобрений.

Наименьший вынос азота яровой пшеницей был во влажных и жарких условиях вегетационного периода 2021 года: по действию удобрений этот показатель составил 38–67 кг/га, по последствию – 42–60 кг/га. Максимальный вынос основных элементов питания урожаем яровой пшеницы был отмечен в жарких и влажных условиях вегетационного периода 2020 года

С возрастанием уровня урожайности происходит пропорциональный вынос азота, фосфора и калия. Так, у яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, с применением удобрений в среднем за 2019–2021 гг. зерновая продуктивность по вариантам опыта варьировала от 2,50 до 3,10 т/га, при выносе: азота – 56–76 кг/га, фосфора – 20–25 кг/га, калия – 32–42 кг/га. Это выше по сравнению с яровой пшеницей, размещенной по последствию удобрений: по урожайности на 0,14–0,44 т/га, по хозяйственному выносу – азота на 6–17 кг/га, фосфора на 2–5 кг/га, калия на 9–27 кг/га. Наибольший вынос элементов питания был отмечен при последствии органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) как с внесением азотного удобрения в дозе N_{30} , так и без него, а также при действии минерального азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{60}P_{30}$.

Влияние действия и последствия удобрений на формирование урожайности яровой пшеницы и качество зерна. Показаны закономерности влияния действия и последствия удобрений на формирование структуры урожая и качества зерна яровой пшеницы.

Густота стеблестоя в большей степени зависит от погодных условий вегетационного периода. Наличие запаса влаги в весенне-летний период 2020 года способствовало максимальной всхожести семян и их лучшей сохранности

из всех исследуемых лет. Засушливые гидротермические условия в период посев–всходы 2023 года понижали всхожесть до 2,76–3,99 млн семян на гектар или 55,2–59,8 % от нормы высева.

Яровая пшеница, размещенная по действию и по последдействию удобрений, при норме высева 5,00 млн. всхожих зерен на 1 га имела количество взошедших растений в среднем по опыту – 4,17–4,42 и 3,44–3,56 млн/га, или 83,4–88,4 % и 68,8–71,2 % от нормы высева соответственно (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – Сохранность растений яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, в среднем за 2019–2021 гг.

Вариант	Полные всходы, млн. шт./га	Полное созревание, млн. шт./га	Сохранность растений к уборке, %
1.Контроль	4,37	4,27	98
2.Р ₆₀	4,17	4,12	99
3.Н ₃₀	4,39	4,28	97
4.Н ₃₀ К ₃₀	4,27	4,17	98
5.Н ₆₀ Р ₃₀	4,42	4,29	97
6.Н ₃₀ + П/д ОМС	4,40	4,35	99

Таблица 4 – Сохранность растений яровой пшеницы, размещенной по последдействию удобрений, в среднем за 2021–2023 гг.

Вариант	Полные всходы, млн. шт./га	Полное созревание, млн. шт./га	Сохранность растений к уборке, %
1.Контроль	3,44	3,42	99
2.П/д Р	3,49	3,35	96
3.П/д N	3,54	3,49	99
4.П/д NPK	3,54	3,42	97
5.Н ₆₀ Р ₃₀	3,48	3,44	99
6.П/д ОМС	3,56	3,47	97

Наивысший показатель густоты всходов отмечен в посевах яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, при внесении минерального азотно-фосфорного удобрения Н₆₀Р₃₀ – 4,42 млн. шт./га. В последствии удобрений этот показатель был максимальным в варианте с последствием органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) – 3,56 млн. шт./га.

Максимальная урожайность за годы проведения исследований была в условиях 2020 года (3,25–4,16 т/га). Минимальная в 2021 году – 1,74–2,57 т/га, что связано с поражением колоса яровой пшеницы грибными заболеваниями из-за чего зерно было щуплым и невыполненным.

Урожайность яровой пшеницы зависела от применяемых удобрений в опыте. Так, в среднем за 2019–2021 гг. по действию удобрений статистически значимое увеличение урожая зерна относительно контроля было получено во всех вариантах опыта (0,33–0,60 т/га), за исключением варианта с внесением фосфорного удобрения в дозе Р₆₀, где прибавка была в пределах ошибки опыта (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность яровой пшеницы, т/га

Действие удобрений (в среднем за 2019–2021 гг.)				Последствие удобрений (в среднем за 2019–2021 гг.)			
Вариант	Среднее	Отношение к контролю		Вариант	Среднее	Отношение к контролю	
		+/-	%			+/-	%
1.Контроль	2,50	-	-	1.Контроль	2,36	-	-
2.P ₆₀	2,62	0,12	5	2.П/д Р	2,35	-0,01	0
3.N ₃₀	2,83	0,33	13	3.П/д N	2,37	0,01	0
4.N ₃₀ K ₃₀	3,02	0,52	21	4.П/д NPK	2,46	0,10	4
5.N ₆₀ P ₃₀	3,10	0,60	24	5.П/д ОМС	2,66	0,30	13
6.N ₃₀ + П/д ОМС	3,08	0,58	23				
HCP ₀₅	0,32			HCP ₀₅	0,22		
F _ф (F _т =3,33)	6,29			F _ф (F _т =3,84)	3,89		

В среднем за 2021–2023 гг. последствие органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) обеспечивало существенную прибавку урожайности зерна, что на 13 % выше контроля

Высокорослые растения в условиях 2020 года сформировались во влажном и жарком вегетационном периоде, когда сумма активных температур и гидротермический коэффициент превышал норму на 158 °С и 0,16 ед. соответственно. Низкорослые растения были сформированы с недостаточным увлажнением вегетационного периода 2023 года.

К регулируемому фактору повышения показателей структуры урожая относится применение удобрений. Так, варьирование по вариантам опыта высоты растений яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений (в среднем за 2019–2021 годы), было на уровне 94–99 см, с последствием удобрений (в среднем за 2021–2023 годы) этот показатель был ниже и составил 86–87 см (рисунок 4).

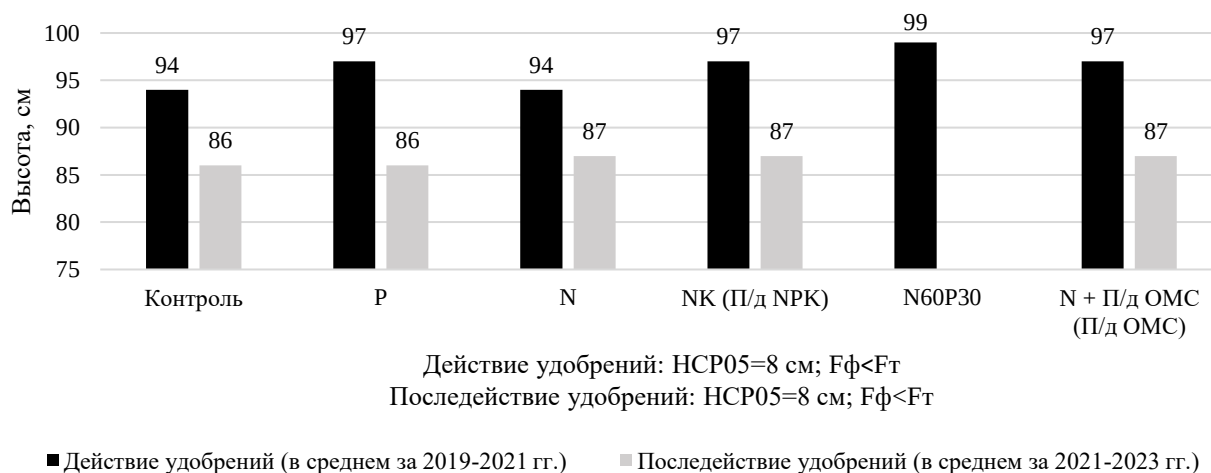


Рисунок 4 – Высота растений яровой пшеницы в зависимости от действия и последствия удобрений

Максимальное значение высоты растений яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, отмечалось при внесении минерального азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{60}P_{30}$ – на 5 см выше контроля. У яровой пшеницы, размещенной по последдействию удобрений с последствием: азотного (П/д N), полного минерального (П/д NPK) и органоминеральной системы удобрений превышение над контролем составило 1 см.

В наших исследованиях максимальное количество зерен с главного колоса было заложено в избыточно увлажненном межфазном периоде кущение–выход в трубку 2019 года, когда ГТК превышал норму в 2 раза при сумме активных температур ниже нормы на 127 °С, данный показатель варьировал по вариантам опыта от 39 до 50 шт. Минимальное значение этого показателя было сформировано в сухом и прохладном межфазном периоде кущение–выход в трубку 2020 года, когда ГТК был ниже нормы на 0,15 ед., данный показатель составил 27 до 34 шт.

У растений яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений (в среднем за 2019–2021 гг.), варьирование количества зерен с главного колоса (35–39 шт.) по вариантам опыта было выше, чем у яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений (в среднем за 2021–2023 гг.), на 4–5 шт. (рисунок 5).

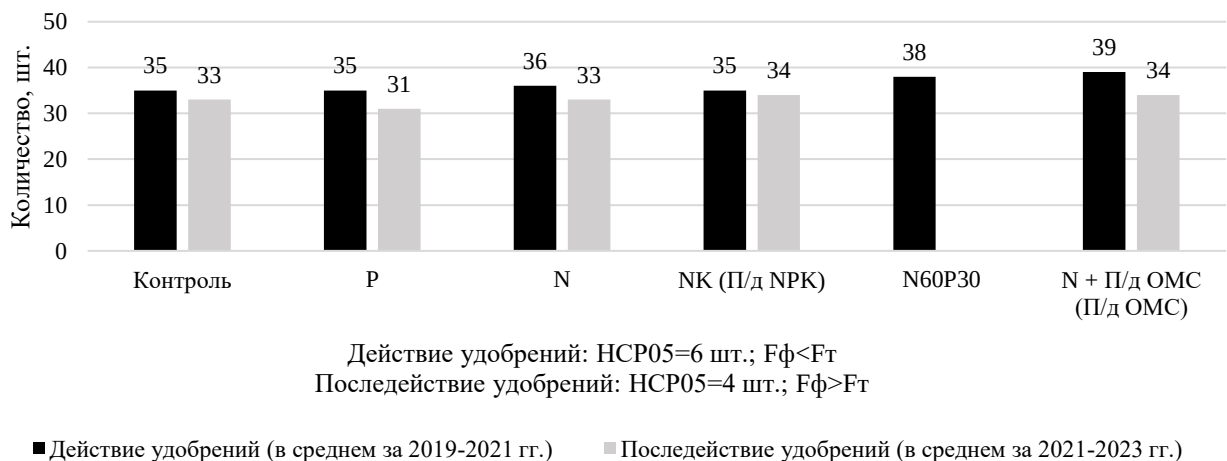


Рисунок 5 – Количество зерен с главного колоса яровой пшеницы в зависимости от действия и последствия удобрений

При действии удобрений: одностороннее внесение фосфорного удобрения в дозе P_{60} и минерального азотно-калийного удобрения ($N_{30}K_{30}$) было на уровне контрольного варианта и составляло 35 шт. Внесение только азотного удобрения в дозе N_{30} повышало этот показатель на 1 шт. Применение в опыте азотно-фосфорного ($N_{60}P_{30}$) и азотного удобрения в дозе 30 кг/га д. в. по последствию органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) увеличивало относительно контрольного варианта число зерен с колоса на 3 и 4 шт. соответственно.

У растений яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений, количество зерен в контрольном варианте составило 33 шт. Аналогичная величина была при последствии азотного удобрения (П/д N), а при последствии фосфорного удобрения (П/д P) отмечено снижение на 1 шт. относительно контрольного варианта. По последствию полного минерального удобрения (П/д

НРК) и органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) озерненность колоса составила 34 шт.

Изменение по вариантам полевого опыта массы зерен с главного колоса по действию удобрений (1,2–1,4 г) было ниже по сравнению с последствием удобрений (1,1–1,5 г). Это связано как с местом яровой пшеницы в чередовании культур, так и с применяемыми удобрениями (рисунок 6).



Рисунок 6 – Масса зерна с главного колоса яровой пшеницы в зависимости от действия и последствия удобрений

Масса зерен с колоса яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений: в контроле, варианте с внесением азотного удобрения в дозе N_{30} , минерального азотно-калийного удобрения ($N_{30}K_{30}$) была на уровне 1,2 г. При внесении только фосфорного (P_{60}) и минерального азотно-фосфорного удобрения ($N_{60}P_{30}$) масса зерна незначительно повышалась на 0,1 г, самое высокое увеличение этого показателя было достигнуто в варианте с внесением азотного удобрения в дозе N_{30} при последствии органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) на 0,4 г выше контроля.

У растений яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений, отмечается снижение показателя массы зерен с колоса в вариантах с последствием только фосфорного (П/д Р) и азотного (П/д N) удобрений на 0,1 и 0,2 г соответственно ниже неудобренного варианта. Самая высокая масса зерен была выявлена в варианте с последствием полного минерального удобрения (П/д NPK) и последствием органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) – на 0,2 и 0,1 г соответственно выше контрольного варианта.

Минимальное значение массы 1000 зерен было выявлено в неблагоприятных условиях 2021 года, когда зерна яровой пшеницы отличались невыполненным эндоспермом и были поражены грибными заболеваниями. В условиях 2022 и 2023 годы величина крупности зерна была на уровне 35,4–37,6 г и 37,1–39,2 г соответственно. Максимальное значение этого показателя выявлено в благоприятный период вегетации 2023 года.

В среднем за 2019–2021 гг. яровая пшеница, размещенная по действию удобрений, имела массу 1000 зерна в контроле на уровне 34,1 г (рисунок 7).

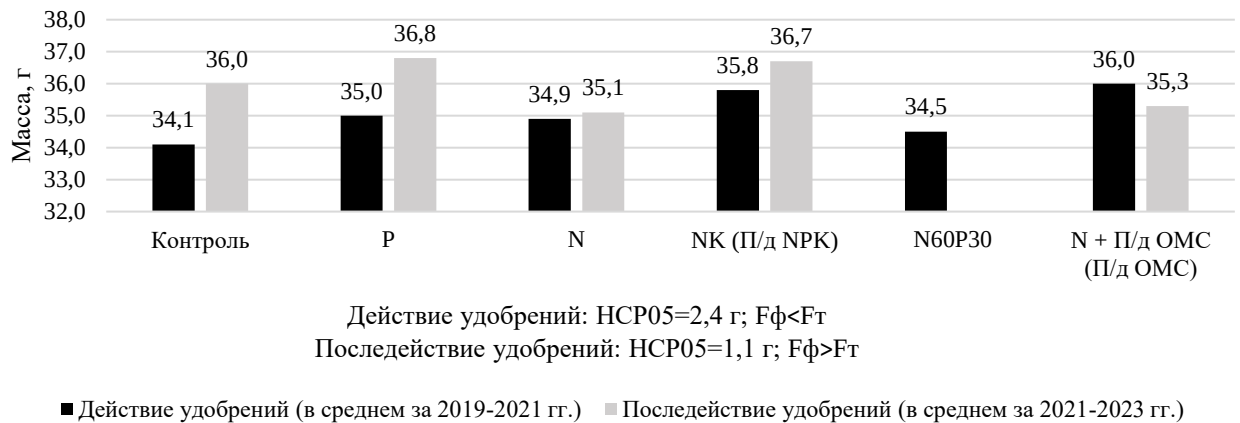


Рисунок 7 – Масса 1000 зерен яровой пшеницы в зависимости от действия и последействия удобрений

При одностороннем внесении: фосфорного (P_{60}), азотного (N_{30}), азотно-калийного ($N_{30}K_{30}$) и азотно-фосфорного ($N_{60}P_{30}$) удобрений величина этого показателя незначительно увеличивалась на 0,4–1,7 г выше контроля. Максимальное увеличение крупности зерен было выявлено в варианте с внесением азотного удобрения в дозе N_{30} по последействию органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) – на 1,9 г выше контроля.

По последействию удобрений (в среднем за 2021–2023 гг.) в контрольном варианте показатель массы 1000 зерен составил 36,0 г. По последействию одностороннего применения азотного (П/д N) и органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) показатель крупности снижался на 0,9 и 0,7 г относительно контроля соответственно. Последействие одностороннего внесения фосфорного удобрения (П/д P) и полного минерального удобрения (П/д NPK) незначительно повышало этот показатель – на 0,8 и 0,7 г выше контроля.

В среднем за 2019–2021 гг. у растений яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, в вариантах с внесением: азотного (N_{30}) при последействии органоминерального удобрения (П/д ОМС), фосфорного удобрения (P_{60}) и его сочетания с азотным ($N_{60}P_{30}$), соотношение соломы к зерну было на одном уровне с контролем и составляло 1,5 ед. (рисунок 8).

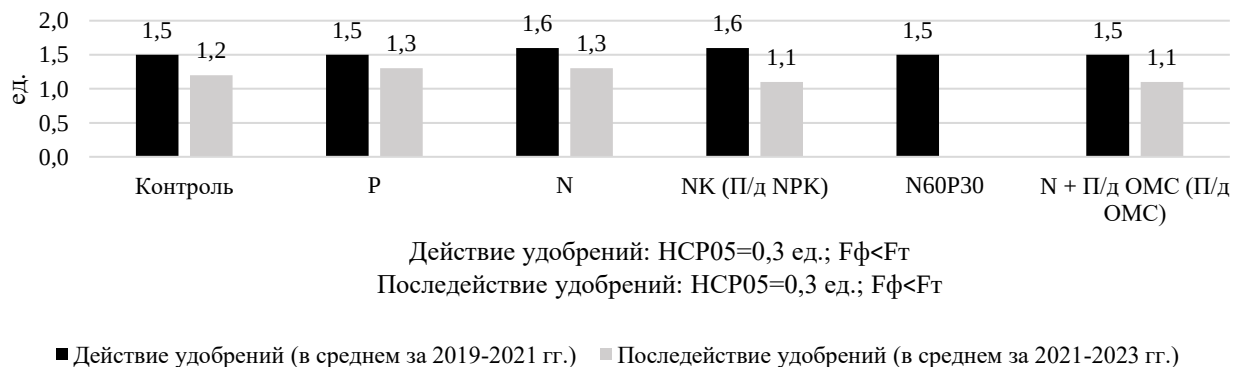


Рисунок 8 – Соотношение зерна к соломе яровой пшеницы в зависимости от действия и последействия удобрений

При внесении азотного удобрения в дозе N_{30} и минерального азотно-калийного удобрения ($N_{30}K_{30}$) величина этого показателя увеличивалась на 0,1 ед. выше контроля.

В среднем за 2021–2023 годы у растений яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений, показатель соотношения соломы к зерну в контрольном варианте составляла 1,2 ед. При последствии фосфорного и азотного удобрений этот показатель повышался на 0,1 ед. относительно контроля. При последствии полного минерального удобрения (П/д NPK) и органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) выявлено снижение отношения соломы к зерну на 0,1 ед.

Продолжительность межфазного периода колошение–полная спелость оказывает сильное влияние на величину накопления зерном белковых веществ. Нашими исследованиями установлено, что увеличение продолжительности межфазного периода колошение–полная спелость негативно влияет на количество сырой клейковины и содержание белка: коэффициент корреляции (r) составил -0,35 и -0,61 соответственно, а с индексом деформации клейковины взаимосвязь была умеренная прямая, коэффициент корреляции (r) составил 0,51. Максимальная продолжительность межфазного периода колошение–полная спелость (44 дня) была выявлена в жаркий и влажный межфазный период 2020 года, когда количество осадков было ниже нормы на 43 %. Содержание сырой клейковины и белка в контрольном варианте этого года составило 20,7 %. Минимальное значение сырой клейковины (19,3 %) было в избыточно увлажненном межфазном периоде колошение–молочная спелость 2019 года, когда количество осадков превышало норму более чем в 2 раза на фоне среднесуточных температур ниже нормы на 3,8 °С.

Напротив, удлинение межфазного периода колошение–полная спелость приводило к повышению упруго-эластичных свойств клейковины в зерне яровой пшеницы. Так, во влажные и теплые гидротермические условия 2021 года получен максимальный показатель индекса деформации клейковины в контрольном варианте, который составил 66,3 ед. (действие удобрений) и 68,4 ед. (последствие удобрений) при длительности межфазного периода колошение–полная спелость 43 дня. Минимальное значение этого показателя было выявлено в жарких и умеренно сухих условиях 2023 года – 37,1 ед., с продолжительностью периода 40 дней.

Максимальное значение сырой клейковины в зерне (31,2 %) было при укороченном периоде налива зерна (40 дней) из всех исследуемых лет в сухом и теплом межфазном периоде колошение–полная спелость 2023 года, когда количество осадков июля составило 55 % от нормы или 79 мм.

Удобрения вместе с погодными условиями оказывают важнейшую роль в повышении качественных характеристик зерна.

В среднем за 2019–2021 гг. у яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, масса сырой клейковины в контрольном варианте составила 23,5 % (рисунок 9).

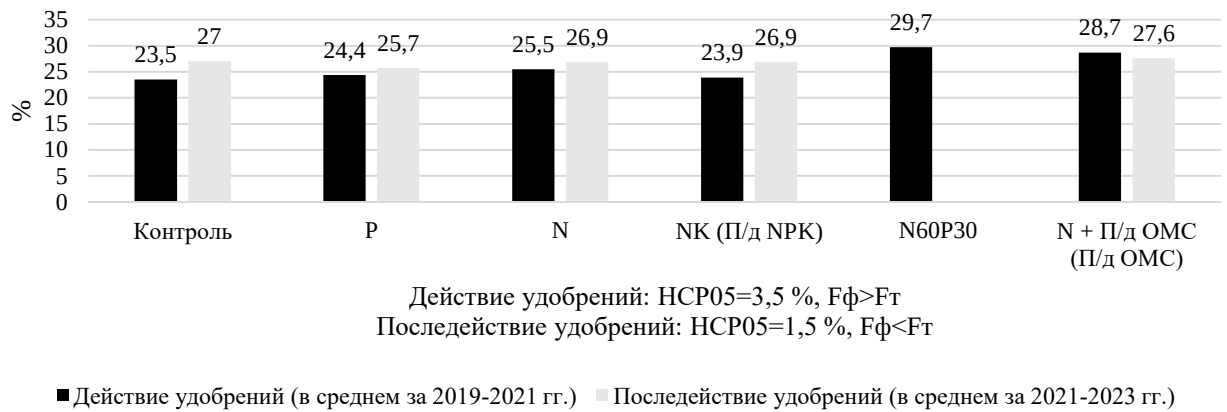


Рисунок 9 – Содержание сырой клейковины в зерне в зависимости от действия и последствия удобрений

Статистически значимое увеличение массы сырой клейковины по сравнению с контрольным вариантом было в варианте с внесением минерального азотно-фосфорного удобрения (N₆₀P₃₀) – на 6,2 п. п.

В среднем за 2021–2023 гг. у яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений, зерно имело величину массовой доли клейковины 27,0 %. Последствие только фосфорного (П/д P), азотного (П/д N) и полного минерального (NPK) удобрений снижало этот показатель на 0,1–1,3 п. п. Максимальное увеличение показателя массы сырой клейковины было в варианте с последствием органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС), величина которой равнялась 27,6 %, что выше контроля на 0,6 п. п.

В среднем по вариантам опыта показатель индекса деформации клейковины (ИДК) у яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, составил 54,7 ед., что выше по сравнению с яровой пшеницей, размещенной по последствию удобрений на 5,5 ед. (рисунок 10).

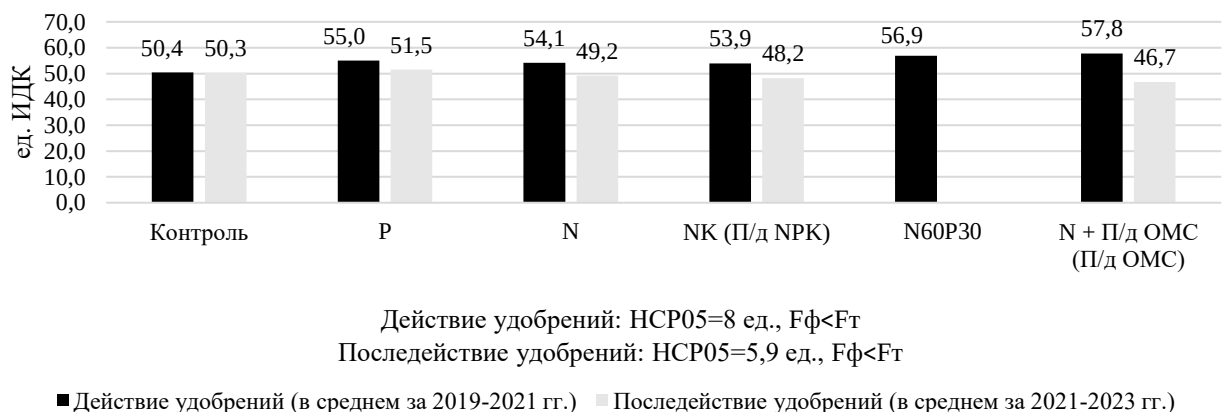


Рисунок 10 – Индекс деформации клейковины (ИДК) в зерне яровой пшеницы в зависимости от действия и последствия удобрений

В среднем за 2019–2021 гг. индекс деформации клейковины в зерне яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, в контрольном варианте, составил 50,4 ед. Самое высокое значение деформационных свойств клейковины

было в вариантах с внесением минерального азотно-фосфорного удобрения ($N_{60}P_{30}$) и азотного удобрения (N_{30}) по последдействию органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС), которое составило на 6,5 и 7,4 ед. выше контроля.

В среднем за 2021–2023 гг. индекс деформации клейковины в зерне яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений, в контрольном варианте составил 50,3 ед. Последствие удобрений снижало данный показатель на 1,1–3,6 ед., за исключением последствия фосфорного удобрения, где отмечалось незначительное увеличение ИДК на 1,2 ед. по сравнению с контрольным вариантом.

В среднем по вариантам опыта содержание белка в зерне яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений (в среднем за 2021–2023 гг.), составило 11,96 %, что выше по сравнению с содержанием белка в зерне яровой пшеницы, высеянной по действию удобрений (в среднем за 2019–2021 гг.), на 0,30 п. п. (рисунок 11).

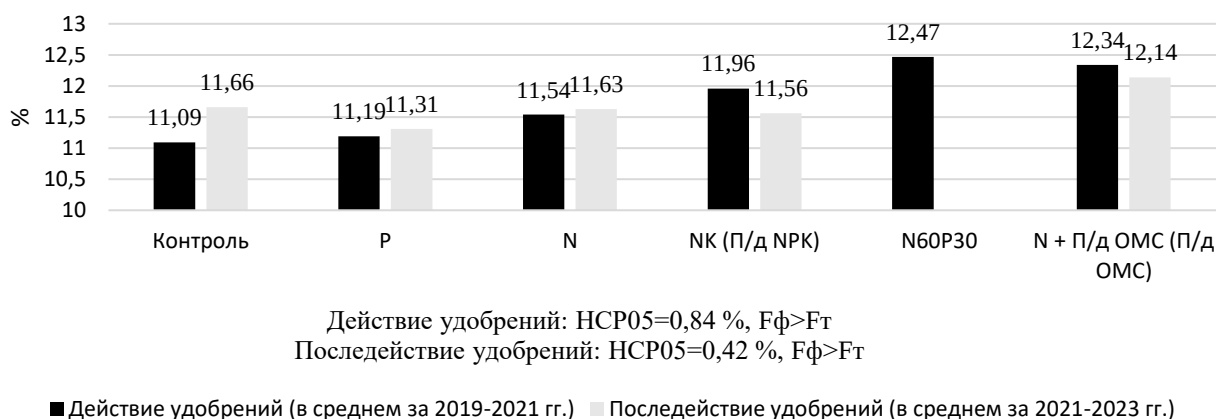


Рисунок 11 – Содержание протеина в зерне яровой пшеницы в зависимости от действия и последствия удобрений

В среднем за 2019–2021 годы содержание белка в зерне яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, в контрольном варианте, составило 11,09 %. Самое высокое и статистически значимое увеличение было получено в варианте с внесением азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{60}P_{30}$, прибавка к контролю составила 1,38 п. п.

В среднем за 2021–2023 гг. содержание протеина в зерне яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений, составило 11,66 %. Максимальное и статистически достоверное увеличение содержания протеина в зерне относительно контроля было в варианте с последствием органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС), что приводило к повышению белка в зерне до 12,14 %, прибавка составила 0,48 п. п.

Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы по действию и последствию удобрений. Рассчитана экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы по действию и последствию удобрений.

Максимальная себестоимость продукции зерна формировалась за счет высокой стоимости затрат на фосфорное удобрение (8,48 тыс. руб./т) в варианте с внесением фосфорного удобрения в дозе 60 кг/га – 11,83 тыс. руб., при этом рентабельность была отрицательной и составила – минус 7,83 % (таблица 6).

Наименьшая себестоимость зерна была выявлена в варианте с односторонним внесением азотного удобрения в дозе N₃₀ по последствию органоминеральной системы удобрения (8,75 тыс. руб.), при максимальной рентабельности из всех изучаемых вариантов, которая составила 24,55 % при урожайности 3,08 т/га.

Условная прибыль на каждую тонну зерна яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений, была выше в варианте с последствием полного минерального удобрения (П/д NPK) – 1,75 тыс. руб., что выше контрольного варианта на 0,39 тыс. руб. Уровень рентабельности в этом варианте был самым высоким среди вариантов и составил 19,16 %.

Таблица 6 – Результаты экономической оценки возделывания яровой пшеницы

Вариант	Себестоимость, тыс. руб./т	Условная прибыль, тыс. руб./т	Рентабельность, %
Яровая пшеница, размещенная по действию удобрений, в среднем за 2019–2021 гг.			
1.Контроль	9,00	1,90	21,09
2.P ₆₀	11,83	–0,93	–7,83
3.N ₃₀	8,83	2,07	23,45
4.N ₃₀ K ₃₀	9,14	1,76	19,26
5.N ₆₀ P ₃₀	9,67	1,23	12,74
6.N ₃₀ + П/д ОМС	8,75	2,15	24,55
Яровая пшеница, размещенная по последствию удобрений, в среднем за 2021–2023 гг.			
1.Контроль	9,54	1,36	14,31
2.П/д Р	9,62	1,28	13,34
3.П/д N	9,50	1,40	14,80
4.П/д NPK	9,15	1,75	19,16
5.П/д ОМС	10,68	0,22	2,07

Таким образом, внесение азотного удобрения в дозе 30 кг/га по последствию органоминеральной системы удобрения и последствия полного минерального удобрения (NPK) является наиболее экономически эффективным при возделывания яровой пшеницы на зерно, уровень рентабельности составил 24,55 и 19,16 % соответственно.

Результаты научно-исследовательской работы были внедрены в производство при посеве яровой пшеницы в ООО «Союз» и ЗАО «Агрофирма АНК» Амурской области.

Посев яровой пшеницы сорта Арюна провели в соответствии с рекомендациями. Внесение аммиачной селитры в дозе N₃₀ кг/га действующего вещества по последствию навоза на площади 100 га позволило получить урожайность зерна на уровне 2,87 т/га, что на 0,70 т/га выше по сравнению с

неудобренным участком. Выручка от реализации дополнительной продукции составила 770,0 тыс. рублей.

Результаты научно–исследовательской работы и рекомендации производству внедрены и технологию возделывания яровой пшеницы на полях ЗАО «Агрофирма АНК» на площади посева – 200 га.

Внесение аммиачной селитры в дозе 30 кг/га действующего вещества по последдействию навоза КРС позволило увеличить урожайность и содержание белка в зерне на 0,63 т/га и 1,15 процентных пункта соответственно по сравнению с неудобренным участком. Рентабельность производства яровой пшеницы по этой технологии составила не менее 23 %.

Заключение

Отмечено существенное увеличение элементов питания в фазу кущения было от применения следующих удобрений: минерального азота – при внесении азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{60}P_{30}$ и последствии органоминеральной системы удобрения; подвижного фосфора – при внесении азотного удобрения в дозе $N_{30} + P/д$ ОМС. В последующие фазы роста и развития яровой пшеницы количество элементов питания под посевами уменьшается, что связано как с их выносом урожаем и почвенными процессами.

Максимальная урожайность зерна (3,25–4,16 т/га) и вынос азота, фосфора и калия из почвы из всех исследуемых лет был во влажных и жарких гидротермических условиях 2020 года. При самой низкой урожайности зерна (1,74–2,57 т/га и 2,02–2,76 т/га) в избыточно увлажненных условиях 2021 года вынос основных элементов питания был самым низким из всех исследуемых лет. Засушливый вегетационный период 2023 года характеризовался наименьшим выносом фосфора и калия из почвы, при урожайности 2,28–2,63 т/га.

Установлено, что влажные гидротермические условия в 2019, 2020, 2021 и 2022 годов увеличивали продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы до 90–93 дней, а засушливые условия 2023 года сокращали его до 85 дней. Избыточное выпадение осадков в период формирования и налива зерна (выход в трубку–молочная спелость) ограничивали величину урожайности. Повышение среднесуточной температуры в межфазный период молочная–полная спелость зерна оказывало на посевы положительное влияние ($\beta = 0,97 \pm 0,34$, $R^2 = 0,34$).

На структуру урожая сильно влияли гидротермические условия исследуемых лет. Формирование урожайности происходило за счет высокой полевой всхожести растений и продуктивности колоса (количество и масса зерна с главного колоса) во влажные годы 2019, 2020 и 2021 годы, а в засушливый по уровню влагообеспеченности 2023 год только за счет количества и массы зерен с колоса.

Минимальное содержание протеина (10,23–11,90 %) в зерне яровой пшеницы из всех исследуемых лет наблюдалось в избыточно-увлажненном межфазном периоде колошение–полная спелость в 2019 году (ГТК выше нормы в 2 раза). Максимальный показатель содержания сырой клейковины (29,5–37,3 %) и белка (12,53–14,77 %) в зерне яровой пшеницы сформировался в засушливые условия межфазного периода колошение–полная спелость 2023 года (ГТК в 2 раза ниже нормы). На содержание белка в зерне негативное влияние оказывало избыточное

увлажнение в межфазный период колошение–полная спелость ($\beta = -0,57 \pm 0,10$, $R^2 = 0,67$).

Наибольший вынос элементов питания был отмечен у яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений (в среднем за 2019–2021 гг.), в варианте с внесением $N_{60}P_{30}$ и N_{30} по последдействию органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС), а у яровой пшеницы, размещенной по последдействию удобрений (в среднем за 2021–2023 гг.), – при последствии органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС).

В посевах яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений, внесение азотного удобрения в дозе N_{30} по последствию органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) увеличивало основные параметры структуры урожая (высоту растения, количество и массу зерна с колоса, массу 1000 зерен). Максимальное увеличение линейных размеров и продуктивности колоса яровой пшеницы, размещенной по последствию удобрений происходило при последствии полного минерального удобрения (П/д NPK) и органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС).

Наибольшее накопление белка и клейковины в зерне яровой пшеницы, размещенной по действию удобрений (в среднем за 2019–2021 гг.), достигалось за счет внесения минерального азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{60}P_{30}$, а по последствию удобрений (в среднем за 2021–2023 гг.) – за счет последствия органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС).

При внесении азотного удобрения в дозе N_{30} по последствию органоминеральной системы удобрения (П/д ОМС) уровень рентабельности производства составил 24,55 %. Последствие полного минерального удобрения (П/д NPK) способствовало уровню рентабельности 19,16 %.

Практические рекомендации производству

С целью повышения и сохранения плодородия почвы необходимо предпосевное внесение минерального азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{60}P_{30}$ и азотного в дозе N_{30} по последствию органического удобрения, что обеспечит повышение содержания подвижных соединений азота и фосфора в почве для питания растений.

Для получения урожайности яровой пшеницы на уровне 2,50–3,00 т/га с содержанием в зерне клейковины не менее 28 % достаточно внесения азотного удобрения в дозе N_{30} по последствию органического удобрения. При этом рентабельность производства будет составлять не менее 24,5 %.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В издания рекомендованных ВАК РФ:

1. Иванова, Н. Ю. Оценка эффективности производства яровой пшеницы при длительном применении удобрений на лугово-черноземовидных почвах / Н. Ю. Иванова, И. А. Кубасов // Вестник КрасГАУ. – 2026. – № 1(226). – С. 46-56. – DOI 10.36718/1819-4036-2026-1-46-56. – EDN EOKFSI.

2. Кубасов, И. А. Формирование урожая и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от длительного применения удобрений в условиях

Приамурья / И. А. Кубасов, Т. А. Асеева // Дальневосточный аграрный вестник. – 2026. – Т. 20, № 1. – С. 27-43. – DOI 10.22450/1999-6837-2026-20-1-27-43. – EDN OJXKAI.

3. Кубасов, И. А. Реакция яровой пшеницы на минеральное азотно-фосфорное и органическое удобрение в длительном стационарном севообороте / И. А. Кубасов, В. В. Елифанцев // Дальневосточный аграрный вестник. – 2025. – Т. 19, № 4. – С. 24-36. – DOI 10.22450/1999-6837-2025-19-4-24-36. – EDN ESQVRM.

4. Кубасов, И. А. Влияние погодных условий на урожайность яровой пшеницы в зависимости от степени обеспеченности подвижным фосфором луговой черноземовидной почвы Амурской области / И. А. Кубасов, Т. А. Асеева // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 11. – С. 26-34. – DOI 10.28983/asj.y2024i11pp26-34. – EDN FAPMFJ.

5. Кубасов, И. А. Интенсивность накопления элементов питания пшеницей яровой в зависимости от степени обеспеченности почвы подвижным фосфором / И. А. Кубасов, Т. А. Асеева // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2023. – № 3(229). – С. 119-130. – DOI 10.37102/0869-7698_2023_229_03_12. – EDN OIJCDO.

6. Кубасов, И. А. Формирование продуктивности и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от степени обеспеченности луговой черноземовидной почвы подвижным фосфором / И. А. Кубасов // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – № 4(32). – С. 122-129. – EDN AMSJMF.

7. Наумченко, Е. Т. Влияние эколог-агрохимических условий на урожайность зерновых культур в севообороте / Е. Т. Наумченко, И. А. Кубасов // Плодородие. – 2021. – № 4(121). – С. 69-72. – DOI 10.25680/S19948603.2021.121.21. – EDN HANEFS.

В журналах, сборниках научных трудов, материалах конференций

1. Кубасов, И. А. Динамика накопления надземной массы пшеницы при длительном применении удобрений / И. А. Кубасов // Агронаука. – 2023. – Т. 1, № 4. – С. 5-11. – DOI 10.24412/2949-2211-1-4-5-11. – EDN FVVDXH.

2. Кубасов, И. А. Динамика пищевого режима почвы под посевами пшеницы в длительном опыте / И. А. Кубасов // Молодёжь XXI века: шаг в будущее: Материалы XXIII региональной научно-практической конференции. В 4 т., Благовещенск, 24 мая 2022 года. Том 3. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 266-268. – EDN CWOZKV.

Научное издание

Кубасов Илья Александрович

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ
ОБЛАСТИ

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Подписано в печать дата
Формат 60×90/16. Уч.-изд. л – 1,3.
Печать 100 экз. Заказ №.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Дальневосточного государственного аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86