

На правах рукописи

Гераскина Анастасия Александровна

**ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ
ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА ФОНЕ
РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2023

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В современных экономических условиях приоритетной задачей сельскохозяйственной отрасли российского государства становится обеспечение населения качественными и безопасными для здоровья продуктами питания. В этой связи особая роль отводится возделыванию яровой твердой пшеницы, которая на сегодняшний день является одной из главных продовольственных культур нашей страны, основой хлебопекарной и макаронной промышленности. Российскими селекционными центрами созданы современные высокопродуктивные сорта, но, в силу отсутствия научно обоснованных современных агротехнологий для новых сортов, до настоящего времени в регионе уменьшался клин яровой твердой пшеницы. Однако, в последнее время в Саратовской области наблюдается рост площадей под яровой твердой пшеницей. Если в 2021 г. на эту культуру приходилось порядка 54 тыс. га, то в последующие два года отмечается увеличение до 70 тыс. и 100 тыс. га соответственно. Средняя урожайность яровой твердой пшеницы в Саратовском Заволжье составила в 2022 г. 1,97 т/га, в 2023 г. – 1,25 т/га. В связи с этим особо актуальной становится проблема разработки эффективных инструментов управления процессом повышения продуктивности яровой твердой пшеницы. Обеспечить положительный результат только применением ресурсосберегающих агроприемов и малозатратных способов обработки почвы затруднительно. Научное и экономическое обоснование эффективных сочетаний обработки почв, минеральных и микробиологических удобрений, применяемых в качестве листовой подкормки, с учетом климатических изменений в сухостепной зоне Нижнего Поволжья, позволит растениям наиболее полно использовать элементы питания из почвы и сгладит стресс от неблагоприятных погодных условий. Таким образом, комплексное решение вопросов совершенствования агротехники яровой твердой пшеницы является актуальной задачей как для Саратовской области, так и для смежных регионов со сходными агроклиматическими ресурсами.

Степень ее разработанности. Научные исследования по изучению влияния минеральных удобрений на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы проводились В.И. Титковым, В.Н. Вараввой (2000); А.А. Завалиным, А.П. Кожемяковым, О.А. Андреевым (2010), Е.П. Денисовым, А.П. Солодовниковым с соавт. (2018); О.Г. Шабалдас (2019, 2020, 2021), К.И. Пимоновым (2020, 2021), Г.Ф. Ярцевым с соавт. (2022, 2023), П.Н. Мальчиковым с соавт (2023), С.Б. Сулейменовой с соавт. (2023) и др. Вопросами применения микроудобрений в посевах сельскохозяйственных культур занимались В.Р. Габдуллин, Л.А. Гараева (2018), Е.А., Семенова Р.А. Афанасьев (2019), а также Г.Е. Мерзлая, И.В. Понкратенкова, А.Ю. Гаврилова (2019), Н. Oard, N., Zhang D. E. Sanders (2007), Ю.Н. Куркина (2009), Н. Заргарян, А. Кекало (2012), М. D. Owen, I. A. Zelaya (2015), Ю.Н.

Плескачѳв, А.И. Беленков, У.М. Сабо (2016), Н.П. Бакаева (2019), и др. Однако, проанализировав результаты этих исследований, можно прийти к выводу, что для почвенно-климатических условий сухостепной зоны Нижнего Поволжья такой элемент агротехнологии выращивания яровой твердой пшеницы, как виды и способы внесения минеральных удобрений как совместно с микробиологическими удобрениями, так и без них на фоне различных способов основной обработки почвы разработан не в полной мере. Все вышеперечисленное послужило выбором направления исследований.

Цели и задачи. Цель исследований состояла в совершенствовании элементов технологии возделывания яровой твердой пшеницы для повышения адаптации растений к неблагоприятным почвенно-климатическим факторам, увеличения урожайности и повышения качества зерна на темно-каштановой почве в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья.

Задачи исследований:

- установить влияние способов основной обработки на динамику водно-физических свойств почвы;
- изучить влияние различных способов основной обработки почвы и листовой подкормки на биологическую активность почвы;
- выявить зависимость густоты стояния и элементов структуры урожая яровой твердой пшеницы от способа основной обработки почвы и применяемых минеральных и микробиологических удобрений;
- определить урожайность яровой твердой пшеницы в зависимости от способа основной обработки почвы и применения минеральных и микробиологических удобрений;
- изучить качество зерна яровой твердой пшеницы при использовании листовой подкормки на фоне различных способов основной обработки почвы;
- рассчитать экономическую эффективность изучаемых агроприемов.

Научная новизна. Научная новизна исследований заключается в том, что впервые на темно-каштановой почве в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья усовершенствованы основные элементы технологии возделывания яровой твердой пшеницы, а именно сочетание способов основной обработки почвы и видов применяемых удобрений, установлена зависимость динамики водно-физических свойств почвы от способов основной обработки; изучено влияние микробиологических и различных форм минеральных удобрений при различных способах основной обработки почвы на биологическую активность почвы; определено эффективное сочетание микробиологических и минеральных удобрений, позволяющих повысить урожайность и качество зерна яровой твердой пшеницы на фоне различных способов основной обработки почвы. Доказана экономическая эффективность изученных агроприемов на темно-каштановой почве сухостепной зоны Нижнего Поволжья.

Теоретическая и практическая значимость работы. Экспериментально установлены особенности формирования элементов

структуры урожая и качества зерна яровой твердой пшеницы на темно-каштановой почве сухостепной зоны Нижнего Поволжья в зависимости от вида и способа применяемых удобрений. Разработана оптимальная схема применения удобрений при возделывании яровой пшеницы сорта Луч 25, обеспечивающая уровень рентабельности на вспашке 75,33 %, на минимальной обработке почвы – 82,02 %. Определены оптимальное сочетание, виды и способы внесения минеральных и микробиологических удобрений в сочетании с различными способами основной обработки почвы в почвенно-климатических условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья, применение которых позволяет получить до 1,63 т зерна с 1 гектара на вспашке и до 1,42 т зерна с 1 гектара на минимальной обработке почвы.

Методология и методы исследования. Методология основана на анализе научной литературы по изучаемой проблеме российских и зарубежных авторов. В работе использованы теоретические методы: системный анализ, математическая статистика (дисперсионный анализ результатов экспериментов); экспериментальные – полевые опыты.

Положения, выносимые на защиту:

- характер влияния способов основной обработки почвы на плотность, пористость и влажность темно-каштановой почвы;
- показатели биологической активности темно-каштановой почвы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья при сочетании различных схем применения удобрений и способов основной обработки почвы;
- особенности влияния применения минеральных и микробиологических удобрений по различным способам основной обработки почвы в технологии возделывания яровой твердой пшеницы на полевую всхожесть, сохранность растений к уборке и элементы структуры урожая;
- характер влияния минеральных удобрений и микробиологических удобрений на фоне различных способов основной обработки почвы на урожайность яровой твердой пшеницы;
- особенности формирования качества зерна яровой твердой пшеницы на фоне применения минеральных и микробиологических удобрений при различных способах основной обработки почвы;
- экономическая эффективность возделывания яровой твердой пшеницы на темно-каштановой почве Нижнего Поволжья.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов диссертационного исследования обуславливается применением апробированных методик проведения экспериментов, их статистической обработкой, проверкой разработанных агроприемов технологии возделывания яровой твердой пшеницы в производственных условиях.

Основные результаты исследований были доложены на международных научно-практических конференциях: «Вавиловские чтения» (Саратов, 2022-2023); ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава и

аспирантов Вавиловского университета (Саратов, 2022-2023), на Международной научно-практической конференции (Пенза, 2022).

Публикации. По материалам диссертационных исследований было опубликовано 12 научных работ, в том числе 5 статей – в журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и предложений производству. Изложена на 202 страницах и включает в себя 39 таблиц, 11 рисунков, 23 приложения. Список литературы представлен 187 наименованиями, из них 45 на иностранных языках.

Личный вклад автора состоит из обоснования темы исследования, разработки схем эксперимента, определения методов исследования, создания и выполнения экспериментальных работ, сбора и анализа данных, написания научных статей, диссертации и автореферата.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит актуальность работы, степень научной разработанности темы, цель и задачи исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию и методы исследований. Приводятся основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов исследований, сведения об апробации работы, количество публикаций по теме диссертации, указан объем и структура диссертации.

В первой главе **«Биологические особенности и агротехнологические приемы повышения продуктивности яровой пшеницы (обзор литературы)»** представлен анализ отечественной и зарубежной литературы по изучаемой теме. Рассмотрены биологические особенности яровой твердой пшеницы. Рассмотрены минеральные и микробиологические удобрения и их использование в производстве. Показано влияние минерального питания на продуктивность яровой пшеницы.

Во второй главе **«Условия и методика проведения исследований»** приводятся характеристика почвы, климатические условия, схема опыта, методика проведения исследований и агротехника возделывания яровой твердой пшеницы.

Полевые исследования проводили в 2020-2022 годах на опытном поле Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова в УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области на темно-каштановой почве. Почвы по мощности - среднемощные, гранулометрический состав – среднесуглинистые, содержание гумуса - 2,8%. Мощность слоя почвы, включающего горизонты А + В1, составляет 41 см, горизонт ВС распространяется до глубины 92 см.

Горизонт А – темно-каштановый, комковатой структуры, мощностью 25-30 см.

Горизонт АВ – темно-серый с буроватым оттенком, суммарная мощность горизонтов (А+АВ) – 70-130 см, вскипание наблюдается в нижней части В: карбонаты в виде рассеянного и редкого псевдомицелия, в горизонте Вк и Ск наблюдается максимальное скопление карбонатов. Тёмно-каштановые почвы характеризуются небольшой мощностью гумусового горизонта, с непрочной комковатой структурой сильно уплотненной в горизонте В2. Скопление сульфатов фиксируется на глубине 108-140 см. В гранулометрическом составе глинистых и тяжелосуглинистых почв преобладают фракции крупной пыли и ила. Реакция среды слабощелочная и вниз по профилю увеличивается.

2020 год проведения исследований характеризовался как острозасушливый (ГТК 0,25). 2021 год проведения исследований – как засушливый (ГТК 0,47), 2022 год – как средневлажный, гидротермический коэффициент равнялся 0,62.

Для изучения влияния различных способов основной обработки почвы и минеральных и микробиологических удобрений на продуктивность яровой твердой пшеницы был заложен двухфакторный опыт.

Фактор А – способы основной обработки почвы.

А₁ - отвальная обработка – вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 23–25 см (контроль 1).

А₂ – минимальная обработка – агрегатом БДМ 7×3 на глубину 10-12 см).

Фактор В – минеральные и микробиологические удобрения (Азофит (микробиологическое) – 2 л/га; Страда N (минеральное) – 3л/га, Микроэл (минеральное) – 0,2 л/га, Аммофос (минеральное) – 60 кг/га в физическом весе (N₁₀P₃₀).

В₁ - без удобрений, обработка водой (контроль 2);

В₂ – Азофит;

В₃ - Страда N;

В₄ – Микроэл;

В₅ - Аммофос;

В₆ – Азофит + Аммофос;

В₇ – Страда N + Аммофос;

В₈ – Микроэл + Аммофос.

Предшественником яровой пшеницы был нут. Аммофос вносили под предпосевную культивацию яровой пшеницы. Некорневую подкормку минеральными и микробиологическими удобрениями проводили в фазы кущения и колошения ранцевым опрыскивателем. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га.

Площадь делянки первого порядка 400 м², площадь делянки второго порядка 50 м², учётная площадь 30 м². Повторность опыта трехкратная. Расположение делянок первого порядка систематическое, делянок второго

порядка рендомизированное. Сорт яровой пшеницы – Луч 25. Норма высева 4,5 млн всхожих семян на 1 га.

В третьей главе **«Влияние способов основной обработки на динамику водно-физических свойств почвы»** проведен анализ влияния отвальной и минимальной обработки почвы на плотность, пористость и влажность почвы. Как показали результаты трехлетних исследований, при минимальной обработке почвы наблюдается большее уплотнение пахотного горизонта, что объясняется более мелкой глубиной обработки по сравнению с отвальной. Более существенным различие по вариантам обработки почвы было в слоях 10-20 и 20-30 см. Применение отвальной обработки почвы формировало более пористый пахотный горизонт в сравнении с минимальной обработкой как по годам исследований, так и в среднем, что дает основание рекомендовать отвальную обработку при возделывании яровой твердой пшеницы. Кроме того, отвальная вспашка способствует большему накоплению влаги как в метровом слое, так и в пахотном горизонте. За счет большей глубины обработки создаются условия для проникновения влаги в нижние горизонты.

В четвертой главе **«Формирование урожайности и качества зерна яровой твердой пшеницы»** представлены результаты изучения целлюлозолитической активности темно-каштановой почвы, густоты стояния и сохранность растений к уборке, элементов структуры урожая яровой твердой пшеницы, урожайности зерна яровой твердой пшеницы и качества зерна яровой твердой пшеницы.

В среднем за три года исследований целлюлозоразлагающая активность повышалась в более обеспеченные осадками годы (таблица 1). Если на вспашке в 2020 г. степень разложения целлюлозы по вариантам с некорневой подкормкой микробиологическими и минеральными удобрениями изменялась от 9,5 до 23,4 %, в 2021 году – от 19,9 до 70,2%, в то в 2022 году – от 25,1 до 82,3 %. При минимальной обработке в 2020 году целлюлозоразлагающая активность изменялась от 5,3 до 18,5%, в 2021 году - от 15,4 до 41,2 %, в 2022 году – от 20,3 до 59,6 %.

Сложившуюся тенденцию можно объяснить повышением влажности почвы и лучшим развитием микроорганизмов.

Биологическая активность почвы на вариантах с отвальной обработкой почвы была выше, чем при минимальной обработке, как в сухие, так и во влажные годы. Так, в 2020 году целлюлозоразлагающая активность почвы на вспашке была выше, чем на минимальной обработке, на 4,2-8,0%; в 2021 году на 4,5-29,0 %; в 2022 году на 1,9–25,8 %. Это объясняется более низкой плотностью почвы на варианте со вспашкой, что обеспечивает лучший воздушный режим почвы по сравнению с минимальной обработкой, а это в свою очередь способствует развитию аэробных микроорганизмов.

При отвальном способе обработки почвы в среднем за годы максимальный эффект отмечен при совместном внесении минеральных

удобрений и некорневой подкормки растений Азофитом – 57,3% (сильная степень разложения).

На минимальной обработке в среднем за 2020-2022 гг. самая высокая активность микроорганизмов и сильная степень разложения отмечена также на варианте с внесением Азофита совместно с Аммофосом – 38,7 % (средняя степень разложения), что выше контроля на 25,0 абсолютных %.

Таким образом можно заключить, что повышение влагообеспеченности растений увеличивает эффективность микробиологических препаратов за счет усиления жизнедеятельности бактерий, содержащихся в них, одним из условий развития которых является влага. Синергетический эффект от совместного применения минеральных и микробиологических удобрений объясняется высоким обеспечением азота растений и, как следствие, высокой концентрацией этого элемента в корневых выделениях яровой твердой пшеницы, что стимулирует развитие микроорганизмов.

Таблица 1 – Изменение целлюлозоразлагающей активности почвы за годы исследований, 2020–2022 гг.

Вариант опыта		Степень разложения льняной ткани, %				Интенсивность микробиологической активности почвы
Фактор А	Фактор В	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	9,5	19,9	25,1	18,2	Слабая
	Азофит	16,5	45,4	49,3	37,1	Средняя
	Страда N	20,1	32,5	39,4	30,7	Средняя
	Микроэл	12,4	23,4	32,2	22,7	Слабая
	Аммофос	14,3	25,5	35,6	25,1	Слабая
	Азофит + Аммофос	19,5	70,2	82,3	57,3	Сильная
	Страда N + Аммофос	23,4	63,6	75,2	54,1	Сильная
	Микроэл + Аммофос	18,3	50,3	60,2	42,9	Средняя
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	5,3	15,4	20,3	13,7	Слабая
	Азофит	8,5	30,4	47,4	28,8	Слабая
	Страда N	12,3	23,8	32,2	22,8	Слабая
	Микроэл	6,4	18,4	24,3	16,4	Слабая
	Аммофос	7,1	21,3	27,4	18,6	Слабая
	Азофит + Аммофос	15,4	41,2	59,6	38,7	Средняя
	Страда N + Аммофос	18,5	35,4	49,4	34,4	Средняя
	Микроэл + Аммофос	11,3	29,3	36,3	25,6	Слабая

Среднее по фактору А

A₁ – 36,00; A₂ – 24,88

Среднее по фактору В

B₁ – 15,93; B₂ – 32,93; B₃ – 26,71; B₄ – 19,52; B₅ – 21,86; B₆ – 48,03; B₇ – 44,27; B₈ – 34,28

НСР₀₅ для част. средних

6,339

НСР₀₅ по фактору А

2,241

НСР₀₅ по фактору В

4,482

НСР₀₅ по фактору АВ

6,339

В среднем за три года исследований, по данным рисунка 1, на вспашке полевая всхожесть семян составляла 89,6-92,6 % по вариантам опыта. На минимальной обработке почвы полевая всхожесть семян была ниже по сравнению с отвальной, изменяясь от 85,7 до 88,1 % по вариантам опыта.

Густота всходов на вспашке изменялась от 403,0 до 416,3 шт./м². На минимальной обработке почвы густота всходов была ниже, составляя 385,3-396,3 шт./м² по вариантам опыта.

При отвальной обработке почвы количество растений перед уборкой изменялось от 300,3 шт./м² на варианте без внесения удобрений до 339,3 шт./м² при листовой обработке жидким минеральным удобрением Страда N на фоне внесения минерального удобрения Аммофос. Это значение было максимальным из всех изучаемых вариантов.

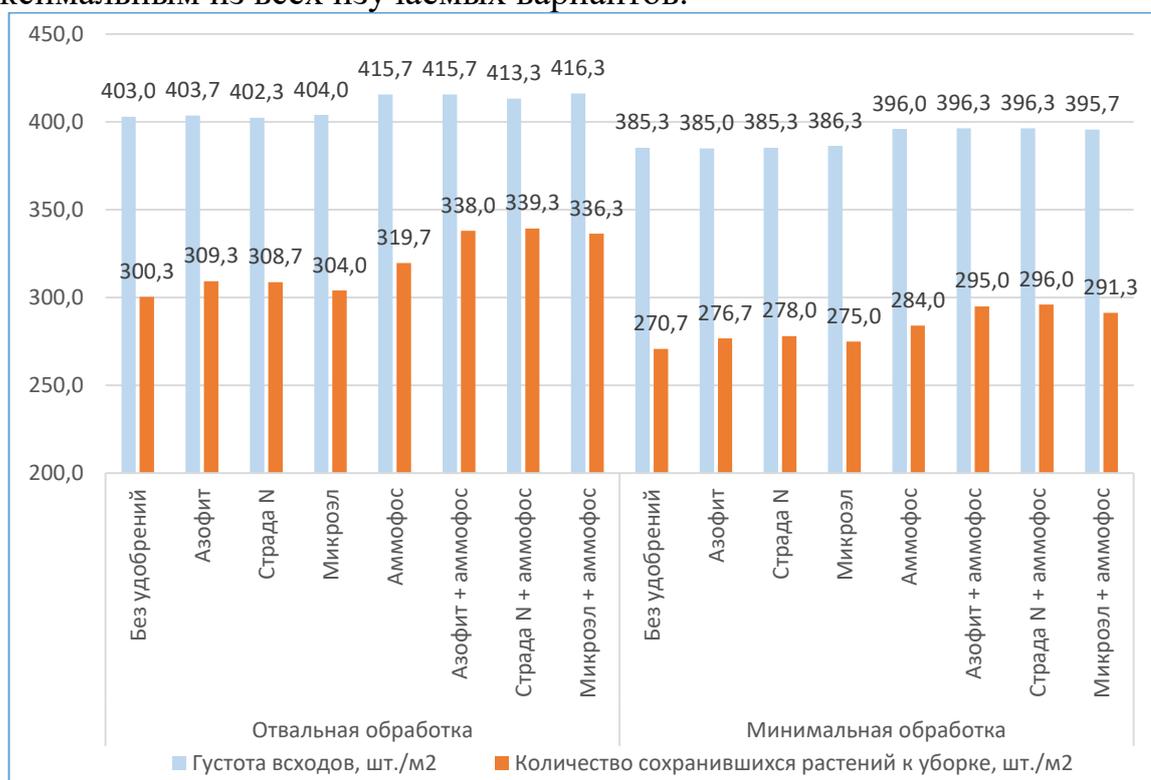


Рисунок 1 - Густота стояния и сохранность растений яровой пшеницы к уборке в среднем за три года исследований, 2020-2022 гг.

При минимальной обработке почвы количество растений перед уборкой варьировало от 270,7 шт./м² на неудобренном варианте до 296,0 шт./м² при фолиарной подкормке жидким минеральным удобрением Страда N на фоне предпосевного внесения Аммофоса.

Сохранность растений при вспашке варьировала от 74,6 % на варианте без внесения удобрений до 82,1 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке растений микробиологическим удобрением Страда N. На минимальной обработке почвы сохранность растений варьировала от 70,3 % на варианте без внесения удобрений до 74,7 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке растений жидким минеральным удобрением Страда N.

Таким образом, густота всходов и полевая всхожесть зависели в первую очередь от основной обработки почвы. Так, на минимальной обработке по трехлетним данным густота всходов составляла в среднем 390,8 шт./м², а на вспашке 409,3 шт./м², это объясняется более благоприятными условиями для прорастания семян на глубокой отвальной обработке, в первую очередь за счет увеличения общей пористости и снижения плотности почвы.

Количество сохранившихся растений к уборке зависело не только от способа основной обработки почвы и предпосевного внесения гранулированного минерального удобрения, но и от применяемых в качестве листовой подкормки жидких удобрений. На вспашке количество растений сохранившихся к уборке в среднем по вариантам составляло 319,5 шт./м², или 78,1 % сохранности, при минимальной обработке к уборке сохранялось 283,3 растений на 1 м², или 72,5 %, т.е. различие по сохранности растений между вариантами обработки почвы составляло 5,6%, или 36,2 шт./м².

Как показали результаты исследований, в среднем за три года, показатели структуры урожая яровой твердой пшеницы, такие как озерненность колоса, масса 1000 зерен и масса зерна с одного колоса были выше на вариантах с отвальной обработкой почвы (рисунок 2).

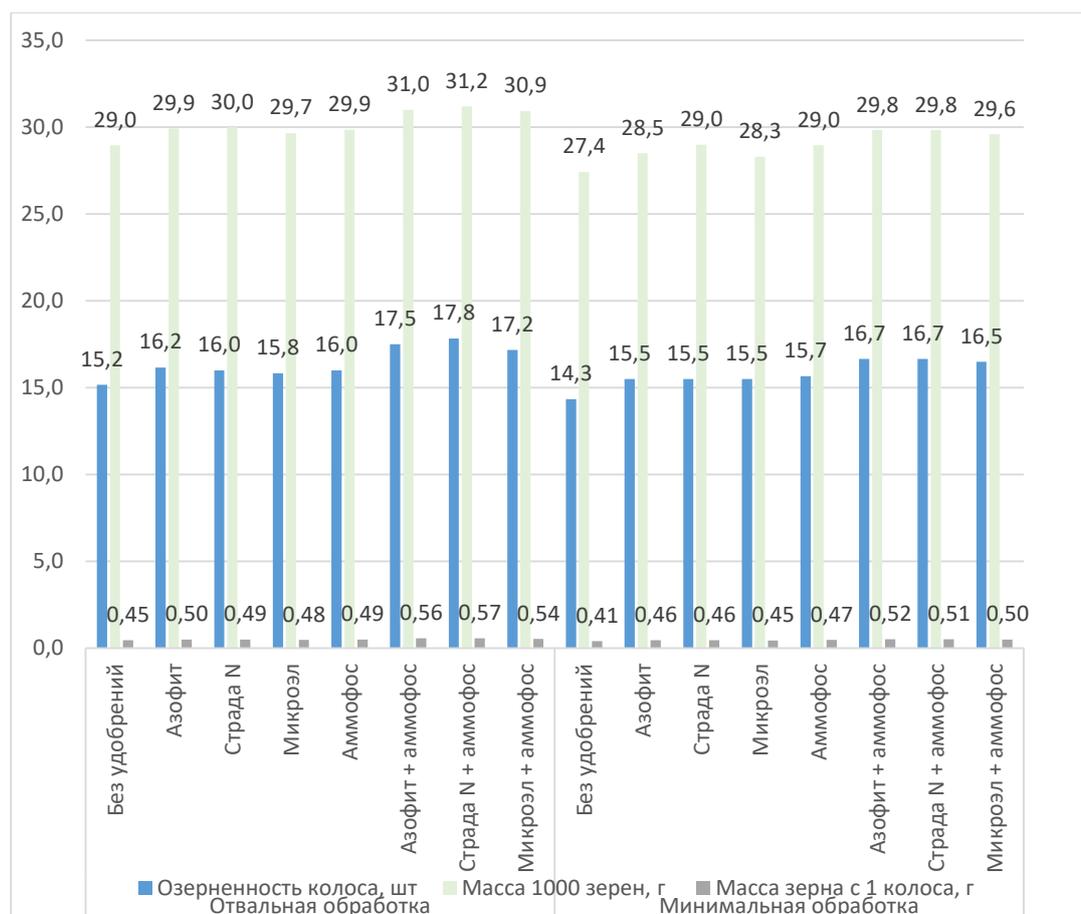


Рисунок 2 - Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы в среднем в 2020-2022 гг.

Если сравнивать средние значения вариантов опыта по двум обработкам почвы, то разница составляла 4,4; 7,0 и 8,5 % соответственно для озерненности колоса, массы 1000 зерен и массы зерна с одного колоса. Также показатели структуры урожая зависели от погодных условий года. Так, среднее значение массы 1000 зерен в 2020 году на вспашке составило 26,1 г, на минимальной обработке 24,4 г, в 2021 году – 31,8 и 30,7 г, а в 2022 году 32,7 и 31,7 г соответственно.

В среднем за три года исследований на вспашке озерненность колоса изменялась от 15,2 до 17,8 шт. Максимальная прибавка была на варианте с совместным применением Аммофоса и жидкого минерального удобрения Страда N. Минимальный эффект от действия удобрений, применяемых в качестве фолиарной обработки растений яровой пшеницы, наблюдался на варианте с использованием удобрения Микроэл, на этом варианте озерненность колоса равнялась 15,8 шт. Добавление в схему опыта Аммофоса усиливало действие жидких минеральных и микробиологических удобрений: озерненность колоса относительно варианта без внесения удобрений повышалась до 17,2-17,8 шт., или на 11,18-17,10%.

Масса 1000 зерен колебалась от 29,0 до 31,2 г по вариантам опыта. При внесении гранулированного минерального удобрения Аммофос прибавка относительно неудобренного варианта была незначительной - 0,6 г, этот показатель повышался до 29,9 г. Комбинированное действие Аммофоса и анализируемых удобрений обеспечивало прибавку этого показателя до 30,9-31,2 г. Причем степень влияния на массу 1000 зерен удобрений Микроэл и Азофит на фоне внесения Аммофоса была практически одинаковой, различие между этими вариантами составляло 0,1 г.

Масса зерна с колоса варьировала от 0,45 до 0,57 г. Под действием жидких минеральных и микробиологических удобрений этот показатель повышался на 0,03-0,05 г. Среди всех жидких удобрений более всего на массу 1000 зерен влиял Азофит. Его сочетание с Аммофосом обеспечивало повышение массы зерна с 1 колоса до 0,54-0,57 г.

На минимальной обработке почвы озерненность колоса изменялась от 14,3 до 16,7 шт. Действие жидких минеральных и микробиологических удобрений было практически идентичным, что выражалось в повышении анализируемого показателя до 15,5 шт. На фоне минерального гранулированного удобрения Аммофос действие жидких минеральных и микробиологических удобрений усиливалось, что выражалось в увеличении числа зерен в колосе до 16,5-16,7 шт. Максимальная прибавка была на вариантах с внесением Аммофоса совместно с использованием Азофита и страды N в качестве листовой подкормки, разница с вариантом без внесения удобрений составляла 16,7 %.

Масса 1000 зерен колебалась от 27,4 до 29,8 г. При внесении только Аммофоса этот показатель повышался до 29,0, или на 5,8% относительно варианта без внесения удобрений. Комбинированное действие Аммофоса и анализируемых жидких минеральных и микробиологических удобрений

обеспечивало прибавку до 29,6-29,8 г. Максимальная прибавка относительно неудобренного варианта составляла 8,75% (варианты «Азофит + Аммофос», «Страда N + Аммофос»).

Масса зерна с колоса изменялась от 0,41 до 0,52 г. Действие удобрений, применяемых в качестве листовой подкормки, изменяло этот показатель на 0,04-0,05 г относительно варианта без внесения удобрений. Более всего этот показатель изменялся при использовании страды N. Однако комбинация жидких удобрений с Аммофосом обеспечивала повышение массы зерна с 1 колоса до 0,50-0,52 г. В то же время значительной разницы в действии анализируемых минеральных и микробиологических удобрений не было. Максимальная прибавка относительно варианта без внесения удобрений составляла 26,82 % и была при внесении Аммофоса и листовой подкормке микробиологическим удобрением Азофит в фазы кушения и колошения.

Таким образом, наиболее эффективными в повышении показателей структуры урожая зерна яровой твердой пшеницы как на вспашке, так и при минимальной основной обработке почвы оказались жидкие удобрения Страда N и Азофит, как без предпосевного внесения Аммофоса, так и на его фоне. Причем по отвальной обработке более выраженное влияние оказывало жидкое комплексное удобрение Страда N.

Урожайность зерна яровой твердой пшеницы в среднем за три года исследований на вспашке без внесения удобрений составила 1,24 т/га, на минимальной обработке почвы – 1,02 т/га. Максимальная урожайность (1,71 т/га) отмечалась при отвальном способе обработке почвы на варианте с совместным внесением Аммофоса и жидкого комплексного минерального азотного удобрения Страда N. Наименьшая прибавка урожайности относительно варианта без внесения удобрений среди всех вариантов опыта на вспашке была получена при внесении минерального комплексного удобрения Микроэл – 0,10 т/га, или 80,6 % (таблица 2).

Следует отметить, что при вспашке среди жидких минеральных и микробиологических удобрений минимальной эффективностью обладал Микроэл как с применением Аммофоса, так и без него. На вариантах без внесения Аммофоса максимальная урожайность была при внесении Азофита, при добавлении в схему опыта гранулированного минерального удобрения эффективнее оказывалось удобрение Страда N.

На минимальной обработке почвы наименьшую прибавку относительно неудобренного варианта (0,12 т/га) давало внесение Микроэла, где урожайность составляла 1,14 т/га. Следует отметить, что действие удобрений Азофит и Страда N на фоне предпосевного внесения гранулированного удобрения Аммофос было практически идентичным. На этих вариантах была получена максимальная урожайность 1,42 и 1,41 т/га соответственно.

При применении жидких минеральных удобрений Страда N и Азофит в качестве листовой подкормки без добавления Аммофоса урожайность варьировала от 1,17 до 1,18 т/га, т.е. разница в их действии составляла всего

0,80 %. Внесение только минерального гранулированного удобрения повышало урожайность до 1,17 т/га, т.е. его действие было сравнимо с действием жидких минеральных удобрений. Это связано с большим различием по увлажненности годов исследования, в острозасушливом 2020 году эффективнее повышало урожайность жидкое минеральное удобрение Страда N, а в более влажные микробиологическое Азофит. Также в засушливый год резко снижалась эффективность гранулированного минерального удобрения.

Таким образом, результаты исследований, проведенных в 2020-2022 гг., показали, что на повышение продуктивности яровой твердой пшеницы достоверное влияние оказывают как способы обработки почвы, так и виды применяемых минеральных и микробиологических удобрений.

Таблица 2 – Урожайность яровой твердой пшеницы в среднем за три года, 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	1,24	-	-
	Азофит	1,38	0,14	11,56
	Страда N	1,37	0,13	10,75
	Микроэл	1,34	0,10	8,06
	Аммофос	1,41	0,17	13,98
	Азофит + Аммофос	1,63	0,39	31,18
	Страда N + Аммофос	1,71	0,47	37,90
	Микроэл + Аммофос	1,58	0,34	27,15
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	1,02	-	-
	Азофит	1,18	0,16	15,74
	Страда N	1,17	0,15	15,08
	Микроэл	1,14	0,12	12,13
	Аммофос	1,17	0,15	14,75
	Азофит + Аммофос	1,42	0,41	40,00
	Страда N + Аммофос	1,41	0,40	39,02
	Микроэл + Аммофос	1,39	0,37	36,39

Среднее по фактору А

$A_1 - 1,45; A_2 - 1,24$

Среднее по фактору В

$B_1 - 1,13; B_2 - 1,28; B_3 - 1,27;$
 $B_4 - 1,23; B_5 - 1,29; B_6 - 1,53;$
 $B_7 - 1,56; B_8 - 1,48$

НСР₀₅ для част. средних

0,079

НСР₀₅ по фактору А

0,028

НСР₀₅ по фактору В

0,056

НСР₀₅ по фактору АВ

$F_{\phi} < F_T$

Анализируя полученные за три года исследования данные, можно заключить, что в остро засушливом 2020 году (ГТК 0,25) эффективнее повышало урожайность удобрение Страда N, как на фоне внесения

Аммофоса, так и без него. Эта тенденция прослеживалась как при отвальной, так и при минимальной обработке почвы. В годы со средней влагообеспеченностью 2021 и 2022 (ГТК 0,47 и 0,62) на вспашке наиболее эффективной оказалась двукратная листовая подкормка посевов яровой твердой пшеницы жидким минеральным удобрением Страда N. На вариантах с минимальной обработкой в 2021 и 2022 гг. совместное применение Аммофоса и Азофита эффективнее повышало урожайность зерна твердой яровой пшеницы по сравнению с вариантами совместного применения других изучаемых жидких удобрений на фоне внесения гранулированного минерального удобрения.

В ходе проведенных исследований было установлено, что качество зерна яровой твердой пшеницы формируется более высоким при отвальной обработке почвы, так среднее по вариантам опыта за три года содержание клейковины составляло на вспашке – 29,3%, белка – 15,3%, в то время как на минимальной обработке – 26,3 и 14,1% соответственно (таблица 3, 4).

Таблица 3 - Содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы в среднем за годы исследований, 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Содержание клейкови- ны, %	Различие с контро- лем, %	Клейко- вины	Класс зерна
Вариант А	Вариант В				
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	26,8	-		2
	Азофит	29,8	3,0		1
	Страда N	29,6	2,8		1
	Микроэл	28,5	1,7		1
	Аммофос	27,9	1,1		1
	Азофит + Аммофос	31,0	4,2		1
	Страда N + Аммофос	30,9	4,1		1
	Микроэл + Аммофос	29,8	3,0		1
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	24,5	-		2
	Азофит	26,7	2,2		1
	Страда N	25,7	1,2		2
	Микроэл	25,4	0,8		2
	Аммофос	25,0	0,4		2
	Азофит + Аммофос	28,2	3,7		1
	Страда N + Аммофос	28,1	3,6		1
	Микроэл + Аммофос	27,0	2,5		1

Среднее по фактору А

А₁ – 29,27; А₂ – 26,33

Среднее по фактору В

В₁ – 25,66; В₂ – 28,29; В₃ – 27,64; В₄ – 26,91; В₅ – 26,40; В₆ – 29,61; В₇ – 29,46; В₈ – 28,44

НСР₀₅ для част. средних

0,557

НСР₀₅ по фактору А

0,197

НСР₀₅ по фактору В

0,394

НСР₀₅ по фактору АВ

0,557

Максимальное значение содержания клейковины на вспашке было при предпосевном внесении Аммофоса и некорневой подкормке микробиологическим удобрением Азофит, на этом варианте разница с вариантом без применения удобрений составляла 4,2 % клейковины. Листовая подкормка удобрениями повышала значение этого показателя до 28,5-29,8 % по вариантам опыта. Наибольшая прибавка среди этих вариантов была при обработке посевов Азофитом. Предпосевное внесение Аммофоса обеспечивало положительный эффект на всех анализируемых вариантах, повышая содержание клейковины в зерне до 29,8; 30,9 и 31,0% при внесении Микроэла, Страды N и Азофита соответственно по вариантам опыта.

Таблица 4 - Содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы в среднем за годы исследований, 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Содержание белка, %	Различие с контролем, % белка	Класс зерна
Вариант А	Вариант В			
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	14,3		2
	Азофит	16,2	1,9	1
	Страда N	15,3	1,0	1
	Микроэл	14,9	0,6	2
	Аммофос	14,7	0,4	2
	Азофит + Аммофос	17,2	2,9	1
	Страда N + Аммофос	16,7	2,4	1
	Микроэл + Аммофос	15,5	1,2	1
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	13,1		3
	Азофит	14,8	1,7	2
	Страда N	14,0	0,9	3
	Микроэл	13,7	0,6	3
	Аммофос	13,4	0,3	3
	Азофит + Аммофос	15,8	2,7	2
	Страда N + Аммофос	15,4	2,3	2
	Микроэл + Аммофос	14,5	1,4	2

Среднее по фактору А

А₁ – 15,33; А₂ – 14,10

Среднее по фактору В

В₁ – 13,68; В₂ – 14,98; В₃ – 14,65;
В₄ – 14,20; В₅ – 13,95; В₆ – 15,79;
В₇ – 15,71; В₈ – 14,73

НСР₀₅ для част. средних

0,247

НСР₀₅ по фактору А

0,087

НСР₀₅ по фактору В

0,175

НСР₀₅ по фактору АВ

Fф < Fт

На минимальной обработке почвы в среднем за 2020-2022 г. содержание клейковины изменялось от 24,5% на варианте без применения удобрений до 28,2% на варианте с совместным применением Аммофоса и некорневой подкормкой микробиологическим удобрением Азофит.

Листовая подкормка жидкими минеральными и микробиологическим удобрениями давала повышение содержания клейковины до 25,4-26,7 %. Следует отметить, что действие Аммофоса усиливало действие изучаемых удобрений, повышая содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы на 2,5-3,7% клейковины по вариантам опыта. Как и на вспашке, действие удобрений Страда N и Азофит при добавлении Аммофоса было практически идентичным. Разница на этих вариантах составляла всего 0,1 % клейковины. Качество зерна по содержанию клейковины на вспашке во всех случаях повышалось относительно варианта без удобрений до первого класса. На минимальной обработке почвы к первому классу относилось зерно пшеницы на вариантах с применением Азофита, а также на вариантах с комбинированным внесением гранулированных и жидких удобрений.

В среднем за три года исследований при отвальной обработке на варианте без внесения удобрений ИДК составлял 79,7 ед., при минимальной – 81,0 ед. Обработка посевов яровой твердой пшеницы в фазы кущения и колошения Азофитом на фоне минимальной обработки почвы улучшало этот показатель до 79,0 ед., а при добавлении в схему опыта Аммофоса он снижался до 76,7 ед. На фоне отвальной обработки почвы более всего повышало качество клейковины совместное применение гранулированных минеральных удобрений и листовой подкормки Азофитом и Страда N. Показатель ИДК снижался до 78,0 и 79,0 ед. соответственно.

Таким образом, двукратная некорневая обработка посевов яровой твердой пшеницы на фоне предпосевного внесения гранулированного минерального удобрения улучшала качество клейковины. Наиболее эффективными оказались варианты совместного применения Аммофоса при предпосевном внесении и листовых обработок Азофитом и Страда N.

Содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы сорта Луч 25 изменялось от 14,3 % на варианте без применения удобрений до 16,5 % при внесении Аммофоса и фолиарной обработке удобрением Азофит в фазы кущения и колошения. Действие Азофита, страды N и Микроэла на фоне внесения Аммофоса усиливалось, повышая содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы до 15,2-16,5% (на 0,4-1,0% белка по сравнению с соответствующими вариантами без внесения Аммофоса).

На вспашке зерно яровой твердой пшеницы относилось ко второму классу качества по содержанию белка на варианте без применения удобрений, на варианте с применением Микроэла.

На минимальной обработке почвы зерно яровой твердой пшеницы относилось ко второму и третьему классу качества.

Некорневая подкормка изучаемыми удобрениями повышала качество зерна яровой твердой пшеницы. При совместном применении

гранулированных и жидких удобрений формировалось зерно первого класса по содержанию клейковины и белка, как на вспашке, так и при минимальной обработке почвы.

В пятой главе **«Экономическая эффективность приемов повышения урожайности яровой твердой пшеницы»** дан анализ экономической эффективности применения различных минеральных и микробиологических удобрений при возделывании яровой твердой пшеницы сорта Луч 25 в сухостепной зоне Нижнего Поволжья.

Уровень рентабельности при отвальной обработке почвы на варианте без внесения удобрений составлял 70,06%. При внесении Аммофоса отмечали снижение уровня рентабельности до 62,82%, несмотря на повышение урожайности яровой твердой пшеницы. Максимальная эффективность возделывания яровой твердой пшеницы отмечалась на варианте с внесением Аммофоса и микробиологического удобрения Азофит - 75,33%, несмотря на то, что в среднем за годы исследований на вспашке максимальная урожайность отмечалась на варианте с применением Аммофоса и двукратной обработкой посевов минеральным азотным удобрением Страда N. Следует отметить, что на всех анализируемых вариантах максимальную рентабельность производства зерна показывал Азофит, как с Аммофосом, так и без него.

На минимальной обработке почвы на варианте без внесения удобрений рентабельность составляла 74,29 %. При предпосевной обработке Аммофосом она снижалась на 11,18 % (до 63,11%). Применение жидкого минерального азотного удобрения Страда N, с экономической точки зрения, было также экономически невыгодно, как с применением Аммофоса, так и без него: значение анализируемого показателя снижалось до 69,60 и 66,81 % соответственно по вариантам опыта, что ниже рентабельности неудобренного варианта.

Таким образом, на вспашке максимальная рентабельность возделывания яровой твердой пшеницы отмечалась на варианте с комплексным применением Аммофоса в предпосевную культивацию и некорневой подкормкой микробиологическим удобрением Азофит – 75,33%, несмотря на то, что максимальная продуктивность яровой твердой пшеницы отмечалась на варианте «Страда N + Аммофос».

На минимальной обработке почвы максимально эффективным, с экономической точки зрения, также оказалось совместное внесение Аммофоса и Азофита, уровень рентабельности составлял 82,02 %, несмотря на то, что при применении Аммофоса действие Азофита и Страда N было практически равнозначным, урожайность на этих вариантах составляла 1,42 и 1,41 т/га соответственно по вариантам опыта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2020-2022 годах исследования на темно-каштановой почве сухостепной зоны Нижнего Поволжья по изучению различных минеральных удобрений (Аммофос, Страда N, Микроэл) и микробиологического удобрений (Азофит) при различных способах основной обработки почвы позволили сделать следующее заключение.

При минимальной обработке почвы наблюдается большее уплотнение пахотного горизонта, что объясняется более мелкой глубиной обработки по сравнению с отвальной. Более существенным различие по вариантам обработки почвы было в слоях 10-20 и 20-30 см. Применение отвальной обработки почвы формировало более пористый пахотный горизонт в сравнении с минимальной обработкой как по годам исследований, так и в среднем, что дает основание рекомендовать отвальную обработку при возделывании яровой твердой пшеницы. Кроме того, отвальная вспашка способствует большему накоплению влаги как в метровом слое, так и в пахотном горизонте. За счет большей глубины обработки создаются условия для проникновения влаги в нижние горизонты.

Биологическая активность почвы на вариантах с отвальной обработкой почвы была выше, чем при минимальной обработке, как в сухие, так и во влажные годы. При отвальном способе обработки почвы в среднем за годы исследований максимальный эффект отмечен при совместном внесении минеральных удобрений и некорневой подкормки растений микробиологическим удобрением Азофит – 57,3% (сильная степень разложения). На минимальной обработке в среднем за 2020-2022 гг. самая высокая активность микроорганизмов и сильная степень разложения отмечена также на варианте с применением Азофита совместно с Аммофосом – 38,7 % (средняя степень разложения).

Густота всходов и полевая всхожесть зависели в первую очередь от основной обработки почвы. Так, на минимальной обработке, по трехлетним данным, густота всходов составляла в среднем 390,8 шт./м², а на вспашке 409,3 шт./м², что объясняется более благоприятными условиями для прорастания семян на отвальной обработке. Соответственно полевая всхожесть по этим вариантам составляла 86,8 и 91,0% для минимальной обработки и вспашки соответственно. Также на эти показатели влияло предпосевное внесение гранулированных минеральных удобрений, повышая его значение на 9,4 и 10,6 шт./м² соответственно.

Количество сохранившихся растений к уборке зависело не только от способа основной обработки почвы и предпосевного внесения гранулированного минерального удобрения, но и от применяемых в качестве листовой подкормки жидких удобрений. Совместное применение гранулированного и жидких удобрений повышало ее на 6,2-7,5% (отвальная обработка) и на 3,4-4,1 % (минимальная обработка), что свидетельствует о большей эффективности применения листовой

подкормки на отвальной обработке на фоне внесения гранулированного минерального удобрения.

В среднем за три года на отвальной обработке совместное применение Аммофоса и жидкого минерального удобрения Страда N повышало все изучаемые показатели структуры урожая. Так, озерненность колоса повысилась до 17,8 шт., масса 1000 зерен – до 31,2 г, масса зерна с 1 колоса – до 0,57 г, в то время как на неудобренном варианте эти показатели составляли 15,2 шт., 29,0 г и 0,45 г соответственно.

При минимальной обработке эффект действие жидких минеральных удобрений было идентичным. Озерненность колоса как при листовой обработке Страда N, так и при обработке Азофитом повысилась до 16,7 шт., масса 1000 зерен – до 29,8 г, масса зерна с 1 колоса – до 0,51-0,52 г, в то время как на варианте без внесения удобрений эти показатели составляли 14,3 шт., 27,4 г и 0,41 г соответственно.

В сухом 2020 году (ГТК 0,25) эффективнее повышало урожайность жидкое минеральное удобрение Страда N как на фоне внесения Аммофоса, так и без него. Эта тенденция прослеживалась как при отвальной, так и при минимальной обработке почвы.

В годы со средней влагообеспеченностью 2021 и 2022 (ГТК 0,47 и 0,62) на вспашке на фоне предпосевного внесения гранулированных минеральных удобрений наиболее эффективной оказалась двукратная листовая подкормка посевов яровой твердой пшеницы жидким минеральным удобрением Страда N в фазы кущения и колошения – 2,05 и 2,28 т/га соответственно.

На вариантах с минимальной обработкой в 2021 и 2022 гг. совместное применение Аммофоса и Азофита эффективнее повышало урожайность зерна твердой яровой пшеницы по сравнению с вариантами совместного применения других изучаемых жидких удобрений на фоне внесения гранулированного минерального удобрения – 1,70 и 2,01 т/га соответственно.

В среднем за три года исследований на вспашке наиболее эффективным агроприемом оказалось внесение Аммофоса и некорневая подкормка растений микробиологическим удобрением Азофит. На этом варианте содержание клейковины повышалось до 30,7 %, белка – до 17,2 %. На минимальной обработке почвы, как и на вспашке, внесение Аммофоса и некорневая подкормка растений микробиологическим удобрением Азофит обеспечивали максимальный эффект, на этом варианте содержание клейковины повышалось до 27,4 %, белка – до 15,8%.

Двукратная некорневая обработка посевов на фоне предпосевного внесения гранулированного минерального удобрения улучшала качество клейковины. Наиболее эффективными оказались варианты совместного применения Аммофоса при предпосевном внесении и листовых обработок Азофитом и Страда N, составляя 78,0 и 79,0 ед. на отвальной обработке почвы, 76,7 и 76,3 ед. на минимальной по вариантам опыта.

При возделывании яровой твердой пшеницы на вспашке максимальная рентабельность возделывания яровой твердой пшеницы отмечалась на варианте с комплексным применением Аммофоса в предпосевную культивацию и некорневой подкормкой микробиологическим удобрением Азофит – 75,33%, несмотря на то, что максимальная продуктивность яровой твердой пшеницы отмечалась на варианте «Страда N + Аммофос».

На минимальной обработке почвы максимально эффективным, с экономической точки зрения, также оказалось совместное внесение Аммофоса и Азофита, уровень рентабельности составлял 82,02 %, несмотря на то, что при применении Аммофоса действие Азофита и Страда N было практически равнозначным, урожайность на этих вариантах составляла 1,42 и 1,41 т/га соответственно по вариантам опыта.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На темно-каштановой почве в сухостепной зоне Нижнего Поволжья для получения стабильных урожаев яровой твердой пшеницы на уровне 1,6 т/га, снижения себестоимости зерна до 8 тыс. руб. и увеличения рентабельности производства до 75 % необходимо в качестве основной обработки почвы проводить вспашку на глубину 23-25 см, осуществлять предпосевное внесение гранулированного минерального удобрения Аммофос в дозе 60 кг/га (N₁₀P₃₀) совместно с некорневой подкормкой растений микробиологическим удобрением Азофит в дозе 2 л/га в фазы кущения и колошения.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В перспективе будет разработан план исследований по влиянию приемов биологизации на продуктивность яровой твердой пшеницы и создана математическая модель оптимизации факторов плодородия на различных уровнях агротехники в конкретных природно-климатических условиях с целью получения запланированной урожайности яровой твердой пшеницы.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Воротников, И.Л. Анализ зарубежных научных исследований влияния ресурсосберегающих технологий обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур и показатели почвенного плодородия / И.Л. Воротников, К.Е. Денисов, А.А. Гераскина // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 12 (112). С. 1641-1654 (1,625 печ. л. – 0,54).

2. Денисов, К.Е. Влияние различных схем питания на урожайность яровой твердой пшеницы при разных способах основной обработки почвы / К.Е. Денисов, И.С. Полетаев, **А.А. Гераскина** // Аграрный научный журнал. 2022. № 5. С. 10-12 (0,25 печ. л. – 0,08).

3. Денисов, К.Е. Влияние минеральных и микробиологических удобрений на биологическую активность каштановой почвы и продуктивность яровой твердой пшеницы в условиях сухостепного Заволжья / К.Е. Денисов, И.С. Полетаев, **А.А. Гераскина**, В.А. Тонкошкур, К.С. Кондаков, Е.Б. Соловьева // Аграрный научный журнал. 2022. № 12. С. 27-30 (0,5 печ. л. – 0,08).

4. Денисов, К.Е. Оценка эффективности применения минеральных и микробиологических удобрений для повышения качества зерна яровой твердой пшеницы / К.Е. Денисов, **А.А. Гераскина**, А.Н. Никитин, К.С. Кондаков // Аграрный научный журнал. 2023. № 5. С. 10-15 (0,75 печ. л. – 0,18).

5. Denisov, K. E. Efficiency of the application of various types of fertilizers in the cultivation of spring durum wheat / К.Е. Denisov, I.S. Poletaev, **A.A. Geraskina**, A.N. Nikitin, E. B. Solovyeva // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 66-70 (0,5 печ. л. – 0,1).

В прочих изданиях:

6. Денисов, К.Е. Влияние микроудобрений при листовой подкормке на элементы продуктивности озимой пшеницы / К.Е. Денисов, **А.А. Гераскина** // Аграрные конференции. 2019. № 4 (16). С. 1-5 (0,625 печ. л. – 0,3).

7. Денисов, К.Е. Влияние различных микроудобрений на качество зерна озимой пшеницы в засушливом Поволжье / К.Е. Денисов, **А.А. Гераскина** // Основы и перспективы органических биотехнологий. 2019. № 3. С. 13-15 (0,375 печ. л. – 0,18).

8. **Гераскина, А.А.** Влияние основной обработки почвы и удобрений на продуктивность яровой твердой пшеницы // Аграрные конференции. 2021. № 6 (30). С. 1-5 (0,5 печ. л.).

9. **Гераскина, А.А.** Роль ресурсосберегающей обработки почвы и листовой подкормки при возделывании яровой твердой пшеницы / **А.А. Гераскина**, К.Е. Денисов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 15-18 (0,5 печ. л. – 0,25).

10. Денисов, К.Е. Эффективность применения некорневой подкормки яровой твердой пшеницы при различных способах основной обработки почвы / К.Е. Денисов, **А.А. Гераскина** // Основы и перспективы органических биотехнологий. 2022. № 3. С. 3-8 (0,75 печ. л. – 0,375).

11. Денисов, К.Е. Применение бактериальных и микроудобрений в технологии возделывания яровой твердой пшеницы / К.Е. Денисов, **А.А. Гераскина** // Вавиловские чтения - 2022. Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвящ. 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов, 2022. С. 585-588 (0,5 печ. л. – 0,25).

12. Полетаев, И.С. Изучение влияния погодных условий вегетационного периода на продуктивность яровой твердой пшеницы в условиях минимализации обработки почвы УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области / И.С. Полетаев, А.А. Гераскина, В.А. Тонкошкур, Н.И. Анциферов // Аграрные конференции. 2023. № 38(2). С. 16-23 (1 печ. л. – 0,25).