

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

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

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор с.-х. наук, профессор
Денисов Константин Евгеньевич

Саратов 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	9
1.1 Биологические особенности роста и развития яровой пшеницы	9
1.2. Влияние основной обработки почвы на воспроизводство плодородия и урожайность яровой пшеницы	13
1.3. Применение минеральных и микробиологических удобрений при возделывании зерновых культур	23
1.4. Совместное применение различных агроприемов в посевах зерновых культур	30
2. УСЛОВИЯ, СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ	37
2.1. Почвенно-климатические условия места проведения опыта	37
2.1.1 Почвы	37
2.1.2 Климат	39
2.1.3 Погодные условия в годы проведения исследований	40
2.2. Схема опыта	47
2.2.1 Методика проведения опыта	48
2.3. Характеристика объектов исследований	49
2.3.1 Характеристика сорта, изучаемого в опыте	49
2.3.2 Характеристика препаратов, изучаемых в опыте	50
2.5. Агротехника опыта	52
ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ДИНАМИКУ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ	54
3.1 Плотность почвы	54

3.2 Пористость почвы	59
3.3 Влажность почвы	61
4. ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ	68
4.1 Целлюлозолитическая активность темно-каштановой почвы	68
4.2 Густота стояния и сохранность растений к уборке	77
4.3 Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы	92
4.4 Урожайность зерна яровой твердой пшеницы	105
4.5 Качество зерна яровой твердой пшеницы	119
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	146
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	150
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	150
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	151
ПРИЛОЖЕНИЯ	179

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В современных экономических условиях приоритетной задачей сельскохозяйственной отрасли российского государства становится обеспечение населения качественными и безопасными для здоровья населения 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 обусловливается 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.

1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Биологические особенности роста и развития яровой пшеницы

Яровая пшеница (мягкая и твердая) является одной из важнейших зерновых культур, выращиваемых во всем мире (ФАО. Всемирный статистический справочник ФАО по продовольствию и сельскому хозяйству, 2015). Из двадцати с лишним видов пшениц основное значение в производстве имеют два вида – мягкая (*T. aestivum*) и твердая (*T. durum*).

Объем мировой торговли и производства зерна этой культуры составляет 50 и 30 % соответственно (Akter N., Islam M.R., 2017). Пшеница является основным продуктом питания более чем в 40 странах мира, обеспечивая население 82% активных калорий и 85% белков (Chaves M.S., Martinelli J.A., Wesp-Guterres C., Graichen F.A.S, Brammer S.P., Scagliusi S.M., et al. 2013; Sharma D., Singh R., Tiwari R., Kumar R., Gupta V.K., 2019). Пища на основе пшеницы богата клетчаткой, тесто из хлебопекарной муки имеет вязкоупругие свойства, отличные от свойств других круп. Полезные качества пшеницы и ее высокая питательная ценность сделали эту культуру основным продуктом питания более чем 1/3 населения земного шара. В глобальном масштабе потребность в производстве пшеницы возрастает даже в странах с неблагоприятным климатом для ее производства (Current Trends in Wheat Research, 2022).

Независимо от вида пшеницы ее характерными признаками являются двухрядный колос с одиночно сидящими многоцветковыми колосками, ясно выраженный киль на колосковых чешуях, свободная (несросшаяся с цветковыми чешуями) зерновка с глубокой бороздкой, число хромосом, кратное семи (Пшеницы мира, 1976).

Отличительной морфологической особенностью твердой пшеницы является выполненная соломина, обуславливающая меньшую механическую прочность стебля и, как следствие, большую склонность к полеганию. Колос у твердой пшеницы менее длинный и рыхлый, плотный, боковая сторона превышает лицевую в два раза. Наружные чешуи облегают колосок более плотно, что препятствует осыпанию зерна на корню. Все сорта твердой пшеницы остистые, причем ости в 2–3 раза длиннее колоса; их развитость обеспечивает дополнительную фотосинтетическую поверхность, что в свою очередь обуславливает повышение накопления пластических веществ в зерне и, как следствие, его качество (Пшеница, 2015).

Данная культура характеризуется морозоустойчивостью, которая зависит от фазы развития растения, свойств сорта, влажности почвы и воздуха, а также длительности заморозков и похолоданий. Семена культуры начинают прорастать при температуре 2 °С. Всходы появляются при температуре воздуха 4-5°С, оптимальной считают температуру 8-10°С (Плотникова Л.Я., Глушаков Д.А., Юсов В.С., 2022).

Невысокая холодоустойчивость яровой твердой пшеницы отмечается в фазу цветения и налива, когда даже при температуре -1...-2°С зерно повреждается (Производство продовольственного зерна яровой мягкой пшеницы..., 2001). От начала всходов до фазы второго листа яровая твердая пшеница повреждается заморозками при температуре -3 °С, мягкая при -5°С, а в начале кущения холодоустойчивость повышается до -8 и -10 °С соответственно. В фазе кущения для яровой пшеницы оптимальной считают температуру порядка 10 и 12°С, в фазе колошения и налива зерна - от 16 до 23 °С, а при созревании - около 20-25°С (Кумаков В.А., 1988, Богдан П.М. и др., 2023).

Несмотря на то, что процессы роста и развития пшеницы различаются и определены генетически, внешние факторы оказывают определенное влияние на время созревания семян. По данным М. Х. Чайлахяна, это оказываемое

воздействие обуславливает ускорение или замедление наступления определенных этапов развития растений.

Каждый отдельный период развития яровой пшеницы играет важную роль в формировании продуктивности культуры и качества зерна (Friend D.J.C., 2011). Длительность вегетационного периода и наступление основных фаз развития культуры обусловлены температурой, количеством осадков и географических координат зоны возделывания, обуславливающих продолжительность дня (Волкова Е. И., 2006, Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Пахотина И.В., 2022; Полетаев И.С. и др., 2023). По данным Р. Р. Исмагилова, Р. А. Хасанова, высокая температура воздуха приводит к быстрому выколашиванию культуры, которая не успевает накопить достаточное количество вегетативной массы, что приводит к снижению ее урожайности (Исмагилов Р. Р., Хасанов Р. А., 2005). В.С. Шевелуха установил, что в фазу посев–всходы температура верхних слоев почвы и воздуха обуславливает продолжительность этого периода: чем она выше, тем короче (Шевелуха В.С., 1992).

Яровая пшеница среди яровых культур наиболее требовательна к условиям произрастания. При прорастании ее зерно поглощает воды 50-80% своей сухой массы. Оптимальными условиями для прорастания и дружного появления всходов считается температура 15-20 °С, почвы – 12-15 °С и влажность 60-90% НВ (Перекальский Ф. М., 1961; Пруцков Ф. М., Осипов И. П., 1990). В то же время, в опытах О. А. Оленина, проведенных в Самарской ГСХА, установлено, что коэффициент корреляции между урожайностью яровой пшеницы и густотой ее всходов составил 0,48 (Оленин О. А., 2016).

Низкие положительные температуры также оказывают отрицательное воздействие на рост, развитие и урожайность яровой пшеницы, что обусловлено нарушением водного режима и минерального питания растений. По В.А. Кумакову (1988), оптимальная температура поглощения минеральных элементов составляет 20...25°С.

Следует также отметить различную потребность пшеницы в воде в разные фазы развития растений. Так, например, недостаточная влагообеспеченность в первой половине вегетации приводит к тому, что корневая система увеличивается и проникает в более глубокие горизонты. При этом отмечается задержка роста надземной части из-за расхода большей части энергии (Князев Б.М., Тхалиджанова О.С., 2005).

По данным Ф.М. Стрижовой (2003), при повышенной температуре и недостаточной влагообеспеченности закладывается мелкий колос, нижние или верхние колоски недоразвиты, что в свою очередь снижает массу зерна с колоса, обуславливая снижение урожайности на 10–15 %.

Поскольку яровая пшеница является культурой длинного дня, его увеличение ухудшает условия формирования зачаточного колоса (Производство продовольственного зерна яровой мягкой пшеницы..., 2001). По данным В.А. Кумакова (1980), особая чувствительность яровой пшеницы к продолжительности дня отмечается в период от начала вытягивания оси колоса до закладки пыльцевых мешков в цветковых бугорках.

В период формирования органов плодоношения и налива зерна при воздействии высоких температур воздуха и сопутствующей им низкой относительной влажности снижаются число колосков, озерненность колоса, а также абсолютная масса зерна. П.М. Фокеев (1961) установил, что при воздействии сухих ветров и аномально высокой температуры воздуха (40°C) нарушается фотосинтез, замедляется рост растений, а в некоторых случаях происходит гибель яровой пшеницы.

При коэффициенте общего и продуктивного кущения 1,1-1,3 отмечается рост и развитие сорняков в результате замедленного развития изреженных всходов и слабого кущения яровой пшеницы. В этом случае снижается количество продуктивных стеблей культуры, в то время как продуктивность яровых хлебов зависит от таких показателей, как число продуктивных стеблей (на 50%), число зерен в колосе (на 25%), масса 1000 зерен (на 25%) (Оленин О. А., 2016).

1.2 Влияние основной обработки почвы на воспроизводство плодородия и урожайность яровой пшеницы

В земледелии применяют различные системы обработки почвы в зависимости от природно-климатических условий региона возделывания сельскохозяйственных культур. Причем вопросы эффективности каждой из них остаются дискуссионными как в России, так и за рубежом (Дубовик Д.В., Лазарев В.И., Айдиев А.Я., Ильин Б.С., 2019; Ахмедова С.О., Курбанов С.А., Магомедов Н.Р., Магомедова Д.С., 2020; Пашкова Г.И., 2021; Галаганов П.А., Раззаренов С.В., Савон А.Г., 2022; Кравченко Р.В., Терехова С.С., Гречищев Д.С., 2022; Романов В.Н., Цугленок Н.В., Ефимов А.В., 2023; Acharya U., Chatterjee A., Daigh A. L. M., 2019; Afshar Reza Keshavarz; Nilahyane Abdelaziz; Chen Chengci; He Huaqin; Stevens W. Bart; Iversen William M., 2019; Gyrka A.D., Viniukov O.O., Gyrka T.V., Bokun O.I., Kulyk A.O., 2019; Potratz D.J., Mourtzinis S., Gaska J., Lauer J., Arriaga F.J., Conley S.P., 2020; Galstyan S.B., Arakelyan A.A., Atalyan S.L., Minasyan H.V., 2022, Милюткин В.А., 2023, Ф.Х. Тхазеплова с соавт., 2013).

Устойчивое сельскохозяйственное производство напрямую зависит от эффективности агротехнических мероприятий, их научной обоснованности и соответствия конкретной природно-климатической зоне. Поскольку почва не является легко возобновляемым ресурсом, последствия ошибок, допущенных при обработке почвы, обладают накопительным эффектом и впоследствии затрудняют ее восстановление. В связи с этим применяемые системы возделывания сельскохозяйственных культур должны основываться на устойчивых методах сбережения ресурсов и принципах повышения почвенного плодородия (Кроветто К.Л., 2010, Михайлова О.П. с соавт., 2013, Кузьминых А.Н., 2022).

Нерациональное использование пахотных земель, повышенные антропогенные нагрузки приводят к опустыниванию засушливых районов, развитию деградационных процессов, снижению биологической продуктивности

экосистем и другим негативным последствиям. В немалой степени это обусловлено процессом глобального потепления, выражающимся в повышении интенсивности такого явления, как засуха. Кроме того, в ходе обработке почвы широко используют традиционные технологии, которые в свою очередь усиливают эрозионные процессы (Основные проблемы современного земледелия..., 2010).

В условиях Северного Зауралья оптимальные параметры плотности почвы для роста и развития яровой пшеницы составляют 1,09-1,20 г/см³ перед посевом, в фазу кущения – 1,12-1,22, перед уборкой 1,18-1,27 г/см³ соответственно. Как показали исследования В.В. Рзаевой, проведенные в 2021 году, плотность почвы зависит от степени глубины ее обработки. Так, ее уменьшение увеличивает плотность почвы, причем нулевая обработка приводит к ее максимальному увеличению (Рзаева В.В., 2021).

Васильев И.В., Федюнин С.А., Шустер Д.В. в ходе трехлетнего исследования на черноземах южных Оренбуржья выявили значительное повышение плотности почвы в конце вегетационного периода при снижении интенсивности рыхления и глубины обработки почвы. Если перед посевом яровой пшеницы плотность почвы составляла 1,18–1,27 г/см³, то перед уборкой культуры она достигала значения 1,22–1,30 г/см³ (Васильев И.В., Федюнин С.А., Шустер Д.В., 2017, Г.В. Петрова с соавт., 2022).

В условиях Саратовского Правобережья для устранения переуплотнения чернозема обыкновенного эффективным считается включение ресурсосберегающих способов основной обработки почвы. По результатам исследований, проведенных Даниловым А.Н., Летучим А.В., Шагиевым Б.З., через два месяца после зяблевой вспашки почва отличалась рыхлым сложением, плотность составляла 0,96 г/см³ (Данилов А.Н., Летучий А.В., Шагиев Б.З., 2015). В результате консервирующей и минимальной обработки почвы чернозем уплотнился до 1,02...1,04 г/см³. Полученные ими данные согласуются с результатами, полученными Е. П. Денисовым, А. П. Солодовников, Р. К. Биктеев, которые установили, что наименьшая плотность почвы в пахотном слое

отмечалась после вспашки во всех слоях пахотного горизонта, малозатратные обработки несколько повышают этот показатель, однако в среднем на всех вариантах плотность почвы не превышала $1,12...1,26 \text{ г/см}^3$ (Денисов Е. П., Солодовников А. П., Р. К. Биктеев, 2011).

По данным М.Т. Гончар (1986), для светло-каштановых почв значение оптимальной плотности почвы составляет $1,10-1,25 \text{ г/см}^3$, Т.Л. Волчкова (1984) оптимальным значением плотности для большинства зерновых культур для различных типов черноземов считает $1,2-1,4 \text{ г/см}^3$.

Б.А. Митрофанов (2022) указывает, что в условиях черноземов обыкновенных в Среднем Заволжье оптимальная плотность верхних слоев почвы варьирует от $1,0$ до $1,25 \text{ г/см}^3$. По их мнению, именно в пределах этих значений плотности водно-воздушный режим почв наиболее благоприятен для нормального роста и развития растений.

Полевые опыты, проведенные Г.Н. Черкасовым, Д.В. Дубовиком, Е.В. Шутовым (2011) в Курской области на черноземах типичных в слое почвы $0-20 \text{ см}$, показали, что плотность сложения на фоне нулевой обработки повышалась до $1,28 \text{ г/см}^3$, на фоне вспашки она составила $1,12 \text{ г/см}^3$, на фоне поверхностной обработки – $1,10 \text{ г/см}^3$.

По данным А.Н. Власенко с соавт. (2011), при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири плотность почвы при прямом посеве была максимальной ($1,3 \text{ г/см}^3$), при традиционной обработке значение этого показателя равнялось $1,21 \text{ г/см}^3$.

В условиях Сибири, по данным Д.В. Шерера, Н.Н. Чумановой, М.С. Ракиной, длительная распашка чернозема приводит к переуплотнению почвы и значительной динамике показателя плотности сложения в пахотных слоях в течение вегетационного периода яровой пшеницы. Анализ данных показал, что только в слое $0-10 \text{ см}$ перед посевом почва характеризовалась как рыхлая, с $10-20 \text{ см}$ отмечается ее уплотнение как при основной, так и при минимальной обработке почвы, что обусловлено образованием плужной подошвы. В то же время на

варианте с минимальной обработкой почвы отмечается большая урожайность культуры по сравнению с основной, что делает ее более предпочтительной на темно-серых лесных почвах (Шерер Д.В., Чуманова Н.Н., Ракина М.С., 2016).

При разработке системы адаптивной технологии возделывания яровой пшеницы с учётом почвенно-климатических условий необходимо в систему обработки почвы включать зяблевую отвальную вспашку. К такому выводу пришли С.С. Миллер, проводивший исследования в Тюменской области в 2020-2021 гг., установив, что рыхление повышает урожайность на 0,28 т/га по сравнению со вспашкой. В то же время, сравнивая вспашку с рыхлением, автор выявил преимущество вспашки на глубину 20-22 см, где получена наибольшая урожайность – 1,66 т/га (Лука Н.А., Халиуллин Р.Ф., Миллер С.С., 2023).

Ю.Н. Бакаева, И.В. Васильев, А.П. Долматов, изучив семь вариантов обработки почвы, выявили преимущества плоскорезного рыхления по предшествующей вспашке. Такой способ по сравнению с ежегодной вспашкой, ежегодным мелким рыхлением культиватором на 12–14 см, ежегодным мелким рыхлением дисковой бороной на 10–12 см, плоскорезным, мелким рыхлением и дискованием обеспечивает эффективное использование почвенной влаги и наименьший коэффициент водопотребления 27,8–28,5 мм/ц при урожайности 8,0–8,3 ц/га (Бакаева Ю.Н., Васильев И.В., Долматов А.П., 2020). Кроме того, минимизация обработки почвы приводит к росту числа сорняков, использующих почвенную влагу и оказывая другие отрицательные воздействия на яровую пшеницу, снижая ее продуктивность (Бакаева Ю.Н., Бакиров Ф.Г., 2015).

А.Д. Дементьев пришел к выводу, что продуктивность яровой пшеницы, возделываемой тёмно-серой лесной почве, достигает максимальных значений при отвальной обработке почвы. Однако, при таком способе обработке почвы наблюдают негативный эффект, выражающийся в нарушении структуры почвы. Кроме того, этот способ сопровождается высокими экономическими затратами. Как следствие, автор считает целесообразным заменить плужную обработку на

основную обработку комбинированными агрегатами, поскольку в этом случае урожайность яровой пшеницы снижается всего на 3,3 % (Дементьев Д.А., 2019).

В условиях лесостепи Заволжья вспашка повышает не только урожайность зерна яровой пшеницы, но и ее качество, в частности содержание белка. Анализ показателей, полученных после вспашки на глубину 20-22 см, рыхления на 10-12 см и без осенней механической обработки, показал, что применение в качестве основной обработки почвы вспашку давало прибавку урожайности до 3,6 т/га (Бакаева Н.П., Салтыкова О.Л., 2019). Л.П. Андриевская, Е.А. Шевяхова, проводившие исследования в условиях Нижнего Поволжья, показали, что чизельная обработка почвы на глубину 0,32-0,35 м повышает урожайность яровой пшеницы по сравнению с отвальной обработкой и без основной обработки плугом в слое 0-100 см до 3,25 т/га, что свидетельствует о ее эффективности (Андриевская Л.П., Шевяхова Е.А., 2017).

Е.П. Денисов, изучавший влияние различных приемов основной обработки почвы на протяжении длительного времени, сравнил минимальную и нулевую обработку почвы. Согласно полученным им данным, наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы отмечается при минимальной обработке с двумя дискованиями (1,5 т/га). По сравнению с нулевой обработкой почвы – прибавка составила 0,3 т/га (Денисов Е.П., Денисов К.Е., Полетаев И.С., Линьков А.С., 2016).

В.Е. Синещеков, Н.В. Васильева установили закономерность влияния обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы в зависимости от формы ведения сельского хозяйства. Так, на интенсивном фоне после зерновых предшественников урожайность зерна культуры не зависела от изученных систем основной обработки почвы, составив 3,41 т/га, при ее минимизации этот показатель примерно таким же (3,32 т/га). На экстенсивном фоне они отмечали существенную зависимость продуктивности яровой пшеницы от изученных систем основной обработки почвы (1,66 т/га против 1,41 т/га на вариантах с разным уровнем минимизации основной обработки) (Синещеков В.Е., Васильева Н.В., 2017).

В.В. Рзаева, В.А. Федоткин, изучив опыт возделывания яровой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области, пришли к выводу, что в данных природно-климатических условиях наиболее эффективными способами обработки почвы для повышения урожайности являются дифференцированный и отвальный на глубину 28–30 см. Кроме того, результаты их исследования согласуются с А.А. Завалиным (2014), Г.Н. Черкасов с соавт. (2012, 2013), согласно которым минимальная обработка почвы приводит к засорённости посевов, уплотнению почвы, развитию болезней и поражённости вредителями, что в конечном итоге снижает урожайность сельскохозяйственных культур в районах достаточного увлажнения (Рзаева В.В., Федоткин В.А., 2017).

А.М. Ленточкин, П.Е. Ширококов, Л.А. Ленточкина выявили, что в природно-климатических условиях Удмуртии отвальная вспашка обеспечивает наибольшую продуктивность яровой пшеницы по сравнению с безотвальным способом обработки почвы (глубокое чизелевание) и минимальной обработкой. Однако в связи с тем, что отвальная обработка затратна, малопродуктивна и наиболее эрозионно опасна, они рекомендуют для получения высоких урожаев применять минимальную обработку почвы, поскольку при практически равных продуктивных показателях она наименее затратна (Ленточкин А.М., Ширококов П.Е., Ленточкина Л.А., 2016).

По данным Л.В. Юшкевич, И.В. Пахотиной, В.В. Чибис, в южной лесостепи Омской области на лугово-черноземных почвах сокращение интенсивности обработки почвы от комбинированной до минимально-нулевой в зависимости от предшественника приводят к снижению накопления нитратного азота в почве на 28-30 %, а также продуктивности яровой пшеницы на 33,4% и 5,3-19,2 %, соответственно (Юшкевич Л.В., Пахотина И.В., Чибис В.В., 2018).

В.Г. Антонов, А.П. Ермолаев сравнили отвальную основную обработку почвы с минимальной в природно-климатических условиях Чувашской республики на серых лесных почвах. В ходе исследований они установили целесообразность замены отвальной обработки почвы на минимальную с использованием

комбинированных почвообрабатывающих агрегатов КОС-3 и БДМ-4-3,2, поскольку уровень урожайности зерна яровой пшеницы при сравниваемых способах обработки различался незначительно, а рентабельность производства возрастала на 10-17%. В то же время авторы выявили, что минимальная обработка почвы без осенней обработки приводит к снижению продуктивности изучаемых культур, особенно в засушливые годы (Антонов В.Г., Ермолаев А.П., 2018.).

По данным С.В. Богомазова, П.А. Ильченко, М.А. Симоняна, А.Г. Кочмина, Н.Н. Тихонова (2016), отвальная, безотвальная и минимальная зяблевая обработка на черноземах выщелоченных не дает существенной разницы в прибавке урожайности зерна яровой пшеницы, а минимальная даже несколько снижает ее. Авторы пришли к выводу, что наибольший эффект повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных культур зависит от гидротермических условий в период вегетации.

А.П. Солодовников, Е.П. Денисов, Ф.П. Четвериков, А.Д. Яников (2015), изучая опыт возделывания яровых культур при минимализации обработки почвы в почвенно-климатических условиях Саратовского Правобережья, установили, что в засушливые годы наибольшая урожайность яровой пшеницы отмечается при вспашке, однако во влажные годы различия в этом показателе нивелируются. По данным авторов, энергосберегающие приемы основной обработки почвы снижают этот показатель на 9-18 % при минимальной, на 16-27 % при нулевой обработке почвы.

С.Н. Никитин, М. М. Сабитов, С.А. Захаров, проводившие исследования для оценки эффективности применения ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы, обеспечивающих получение стабильного урожая с наименьшими затратами, сравнили три способа обработки почвы: традиционную, которая включала в себя вспашку на глубину 23-25 см, безотвальную – обработка орудием со стойками СибИМЭ на 23–25 см и минимальную - без осенней основной обработки. В результате они установили, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья безотвальная зяблевая обработка и посев

сеялкой АУП-18,07 без предпосевной культивации обеспечивает большую урожайность зерна яровой пшеницы (повышение на 0,19 т/га) по сравнению с традиционной обработкой, в то время как минимальная обработка почвы снижает этот показатель относительно традиционной обработки на 0,10 % (Никитин С.Н., Сабитов М.М., Захаров С.А., 2021).

В то же время Е.В. Кузина, С.Н. Немцев утверждают о возможности замены традиционной вспашки на минимальную обработку почвы и прямой посев на черноземных почвах в условиях лесостепи Среднего Поволжья, объясняя это снижением затрат на проведение работ и себестоимости продукции. За счет улучшения таких показателей, как плотность почвы, водные свойства и биологическая активность минимальной и нулевой способы обработки почвы обеспечивают урожайность яровой пшеницы на уровне 2,87 и 2,88 т/га соответственно, в то время как при отвальной и безотвальной обработке почвы на глубину 20-22 см, этот показатель равнялся 2,71 и 2,70 т/га (Кузина Е.В., Немцев С.Н., 2019).

В условиях Нижнего Поволжья наиболее эффективной является разноглубинная комбинированная обработка почвы, включающая в себя приёмы безотвальной, отвальной и поверхностной обработок. В засушливых условиях глубокое рыхление на 0,40-0,45 м обеспечивает дополнительные запасы влаги, накопившиеся в осенне-зимний период, которые впоследствии используют растения в период своего роста и развития. По данным Д.П. Полякова, В.А. Федоровой, В.А. Еремина, проводивших исследования в 2016-2018 гг., обработка почвы почвообрабатывающим агрегатом «РОПА», являющегося одним из основополагающих элементов ресурсосбережения, доводит урожайность зерна яровой пшеницы до 0,89 т/га в среднем за три года, тогда как при отвальной вспашке этот показатель составляет 0,61 т/га (Поляков Д.П., Федорова В.А., Еремин В.А., 2018).

А.Д. Дементьев, продолжавший многолетние исследования в Чувашском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, сравнил минимальную

обработки почвы с традиционной обработкой почвы комбинированными агрегатами при возделывании яровой пшеницы. Как показали результаты проведенных полевых опытов, практически на всех вариантах основная обработка почвы с предварительной вспашкой приводила к наибольшему выходу зерна (Дементьев Д.А., 2019).

В южной зоне Ростовской области в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения нулевая обработка почвы позволяет получать стабильно высокий урожай озимой пшеницы за счет обеспечения высокого влагосбережения, не допуская перегрева почвы. По данным Ю.А. Семенихиной, С.И. Камбулова, наименее предпочтительным является мелкая обработка почвы, где урожайность культуры относительно контроля снижается (Семенихина Ю.А., Камбулов С.И., 2021).

Р.Х. Карипов, И.И. Жумагулов при изучении опыта возделывания яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана сравнили минимальную и нулевую технологии обработки почвы с традиционной, включающей в себя интенсивную послеуборочную и предпосевную механическую обработку, с целью целесообразности перехода на них.

Как показали исследования, минимальная обработка почвы обеспечивала самую высокую урожайность зерновых, составив в среднем в среднем 18,7 ц/га, что на 2,6 ц/га больше, чем в результате обработки почвы по традиционной технологии. Эффективность снижения интенсивности механического воздействия обусловлена также стабильностью результатов на протяжении ряда лет, а также отсутствием зависимости продуктивности растений от гидротермических условий года возделывания (Карипов Р.Х., Жумагулов И.И., 2016).

По данным А.В. Заушинценой, В.Н. Романова, Н.В. Кожевникова, в почвенно-климатических условиях Красноярской степи нулевая обработка почвы дает максимальную урожайность зерна яровой пшеницы в сравнении с традиционной и минимальной обработкой почвы. В среднем за годы исследований

(2015-2017) разница относительно традиционной обработки с зяблевой вспашкой составляла 0,93 ц/га, в то время как минимальная обработка почвы снижала тот показатель на 0,44 ц/га. Следует также отметить, что в сложившихся условиях прямой посев обуславливает снижение трудозатрат на 49,1 %, ГСМ – на 64,2% при повышении уровня рентабельности возделывания яровой пшеницы до 139,6 % (Заушинцева А.В., Романов В.Н., Кожевников Н.В., 2018).

В условиях Красноярского края в целях изучения влияния различных способов обработки почвы на сорный компонент и продуктивность зерновых культур З.И. Михайлова, А.А. Михайлов, О.В. Вакуленко провели экспериментальную работу, в которой сравнили традиционную технологию возделывания яровой пшеницы с минимальной и нулевой системами обработки почвы.

Как показали результаты исследований, при проведении поверхностного рыхления после уборки предшественника на глубину до 15 см, авторы отмечали тенденцию повышения продуктивности культуры (22,8 ц/га) по сравнению с отвальной вспашкой (21,8 ц/га); при нулевой обработке почвы урожайность зерна яровой пшеницы была наименьшей (19,0 ц/га) (Михайлова З.И., Михайлов А.А., Вакуленко О.В., 2016).

Таким образом, на основании вышеизложенного можно заключить, что выбор способа основной обработки почвы при возделывании зерновых культур обусловлен прежде всего типом почв и погодными условиями региона возделывания. Несмотря на большой объем исследований по влиянию различных способов обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы, некоторые данные противоречивы и изучены в недостаточной степени. В связи с этим становится актуальной задача дополнительного анализа этой проблемы в засушливых условиях Нижнего Поволжья.

1.3 Применение минеральных и микробиологических удобрений при возделывании зерновых культур

Растение – это система, взаимодействия в которой происходят как внутри самого растения, так и с внешней средой, что позволяет ей саморегулироваться и саморазвиваться. Все процессы, протекающие в растении тесно связаны с биологическими и генетическими особенностями культуры, но в эффективном протекании их и реализации всего потенциала важную роль играют благоприятные факторы внешней среды. В исключении и нивелировании негативных воздействий окружающей среды заключается главная задача агрономической науки, одним из способов решения данной проблемы является применение некорневых подкормок растений микроудобрениями и регуляторами роста. Главным преимуществом которых является гибкие сроки их применения, и возможность в зависимости от фазы развития растений повлиять на те или процессы (Карпенко Е.Г., 2009; Титков В.И., Варавва В.Н., 2000; Alscher R.G., Erturk N., Heath L.S., 2002; Белоголовцев В.П., 2002; Shakirova F.M., 2003; Завалин А.А., Кожемяков А.П., Андреев О.А., 2010; Сокурова Л.Х., 2012, Зудилин С.Н., Оленин О.А., Василюко А.Ю., 2022; Мещеряков В.А., 2022; Милюткин В.А. с соавт., 2022; Муравьева И.С., Сергеева В.А., 2022; Беляев А.И. с соавт., 2023).

Зерновые культуры очень чувствительны к недостатку влаги, особенно в период формирования репродуктивных органов. Засушливые условия в критические фазы развития приводят к снижению роста и нарушению формирования пыльцы и генеративных органов, в результате чего снижается количество колосков и как следствие число зерен в колосе, что в конечном итоге приводит к снижению урожайности. Воздействие высоких температур при недостатке влаги усиливает негативный эффект.

Дефицит воды ухудшает состояние растений в первую очередь на клеточном уровне. В клетках растений снижается содержание свободной воды, что приводит к потере способности поглощения питательных веществ. Активность ферментов

синтеза клетки существенно снижается, а активность ферментов распада возрастает.

Другими отрицательными эффектами вододефицита являются: разложение крахмала на сахара, снижение содержания белкового азота и увеличение небелкового, увеличение активности ингибиторов роста (абсцизовой кислоты и этилена). Влияние данных процессов настолько велико, что в совокупности приводит к гибели растения.

При наступлении засухи в критический период развития одним из способов снизить отрицательное воздействие на растение является улучшение питательного режима. Данный приём повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям, в том числе репарационные возможности генеративных систем.

Все Микроэлементы, входящие в состав растений, принимают участие в активации процессов ферментации. Одной из отличительных особенностей является их способность образовывать комплексные соединения с органикой (белками). Гормоны растений, витамины и пигменты содержат в своём составе Микроэлементы. Дефицит Микроэлементов в растении способен вызвать стресс и угнетение их роста и развития, в то время как избыточные концентрации Микроэлементов могут привести к различным болезням физиологического характера (Akin D., 1985).

Под воздействием регуляторов роста усиливается обмен веществ в растении, в результате чего растение способно направлять физико-химические процессы клеток и изменять состояние коллоидов цитоплазмы, что в конечном итоге улучшает его рост, развитие и позволяет эффективнее производить фитонциды и антибиотики, которые повышают устойчивость организма к возбудителям болезней. Для того чтобы снизить биологическую активность патогенов применяют фитонциды, они оказывают обезвоживающий эффект и повышают чувствительность микробной клетки к воздействию антибиотиков или фунгицидов (Стаценко А.П., Юрова Ю.А., 2015).

О положительном влиянии некорневых подкормок на повышение продуктивности и качества зерна сельскохозяйственных культур написано множество научных трудов Российских учёных и исследователей (Якушкина Н.И., 2005; Костин В.И., 2006; Емцев В.Т., Чумаков М.И., 1990; Патыка В.Ф., 1991; Завалин А.А., 2010; Щукин В. Б., Громов А. А., 2004).

Сбалансированное и своевременное питание растений позволяет им эффективнее справляться со стрессами, что в свою очередь увеличит коэффициенты использования питательных веществ из почвы и приведёт к увеличению продуктивности и качества зерна (Фомичёв Г.А., Корсаков К.В, Пронько В.В., 2011; Корсаков К.В., Стрижков Н.И., Пронько В.В., 2013).

Особое внимание уделяется влиянию некорневых подкормок на снижение стресса выращиваемых культур, возникающих при неблагоприятных погодных условиях (недостаток влаги, высокая температура воздуха и т.д.). Исследования ряда учёных показали, что некорневые подкормки удобрениями Микроэл, Агрика и Реасил снижали стресс растений яровой пшеницы, вызванный неблагоприятными погодными условиями, и повышали урожайность культуры на 0,27-0,57 т/га (Денисов Е.П., Солодовников А.П., Шагиев Б.З., Степанов Д.С., Полетаев И.С., Кудашова А.О., 2018; Максименко Е. П., Шеуджен А. Х., Ковалев В. С., 2014; Котляр А.И., Сидоренко В.С., 2011).

Для яровой пшеницы значение имеет Микроэлементное питание. Как показали новейшие исследования, содержание подвижных форм основных Микроэлементов в пахотном слое за последние десятилетия постепенно сокращается за счет вымывания в нижележащие слои и грунтовые воды. Большинство Микроэлементов являются активаторами метаболизма, поэтому экономически рентабельным применение Микроэлементных препаратов становится только при удовлетворении потребности пшеницы в основных элементах питания (Дурынина Е.П., Пахненко О.П., Злотников А.К., Злотников К.М., 2006).

Микробиологические препараты применяются в основном при предпосевной инокуляции, где в условиях достаточного увлажнения показывают экономическую эффективность. Применение биопрепаратов нового поколения не только повышает продуктивность растений, но и позволяет получить более раннюю продукцию, повышает ее сохранность.

По результатам пятилетних исследований лаборатории плодородия почв были выявлены наиболее эффективные из хорошо известных и новых, находящихся в производственных испытаниях бактериальных препаратов из коллекции ВНИСХМ г. Санкт-Петербурга. Все штаммы изученных микроорганизмов оказывали положительное влияние на рост и развитие яровой пшеницы и проса, что обусловило рост урожайности этих культур за годы исследований в среднем на 12,2-13,8 % к контролю.

Внесение препаратов микробиологического происхождения также оказывает положительное влияние на урожайность и качество урожая яровой пшеницы, за счет содержания органических и органоминеральных продуктов метаболизма и остатков питательных сред (хелаты, гуматы, ионы микро- и макроэлементов, аминокислоты и т.д.).

Часто содержание таких продуктов в биопрепаратах настолько высоко, что они могут конкурировать по питательности с традиционными некорневыми подкормками и антистрессовыми препаратами. При этом целенаправленно данный вопрос в условиях Нижнего Поволжья изучен недостаточно (Денисов Е.П., Полетаев И.С., Лаперье Э.А., 2015; Дудкин И.В., Дудкин В.М., Айдиев А.Я., Стрижков Н.И., Дудкина Т.А., 2017).

По данным Н.П. Чекаева, А.А. Галиуллина, Е.В. Акимовой, применение микробиологических препаратов активизирует процессы питания растений яровой пшеницы и повышает содержание в зерне макроэлементов (в особенности азота). Причем комбинированное применение макроудобрений и листовой подкормки обеспечивает наибольший эффект, тем самым обуславливая повышение качества продукции (Чекаев Н.П., Галиуллин А.А., Акимова Е.В., 2022)

В условиях северной лесостепи на глубоковыщелоченном среднесуглинистом чернозёме обработка посевов яровой пшеницы при разных агрометеорологических условиях вегетационного периода микробиологическими удобрениями дает прибавку урожайности от 0,25 до 1,51 т/га по сравнению с необработанным фоном. Кроме того, эффект от некорневой обработки растений выражается в повышении чистого дохода и качества зерна (Грунская В.П., Коломейченко В.В., 2017).

Д.С. Фомин, В.Р. Ямалтдинова, Л.В. Бессонова, Р.И. Вяткина в ходе пятилетних исследований (2011-2015 гг.) при изучении эффективности сочетанного применения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ и бактериальных препаратов Флавобактерин и Биоплант-К при возделывании яровой пшеницы выявили тенденцию роста ее продуктивности. При этом они отмечали повышение урожайности до 2,98 т/га именно при комбинированном действии препаратов и удобрений. Применение Флавобактерина и Биоплант-К без минерального питания не давало существенной прибавки изучаемых показателей, что было обусловлено недостатком органического вещества в почве (Фомин Д.С., Ямалтдинова В.Р., Бессонова Л.В., Вяткина Р.И., 2018).

Положительные результаты от совместного внесения удобрений были получены С.А. Фокиным, В.Р. Ямалтдиновой, Л.В. Бессоновой, Вяткиной Р.И. в условиях южной сельскохозяйственной зоны Амурской области. Согласно полученным им результатам, фолиарная подкормка растений яровой пшеницы микробиологическими удобрениями марки «Азотовит» и «Фосфатовит» приводила к повышению показателей качества зерна яровой пшеницы относительно фона естественного плодородия (масса 1000 семян – от 3,3 до 8,3 г, натурная масса – от 21,6 до 63,6 г/л, общая стекловидность зерна – от 10,2 до 21,4 %). Повышение анализируемых показателей в свою очередь обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур (Фомин Д.С., Ямалтдинова В.Р., Бессонова Л.В., Вяткина Р.И., 2018).

Аналогичный эффект от внесения Азотовита и Фосфатовита при обработке семян и опрыскивании по вегетации в фазу кущения получен в почвенно-климатических условиях Пензенской области А.Г. Карамышевой, А.В. Пинягиной, Н.А. Терехиным. Урожайность зерна яровой пшеницы относительно варианта без применения обработки семян и опрыскивании посевов повышалась на 0,87 т/га. Исследователи также выявили положительное влияние микробиологических препаратов на накопление азота в растениях яровой пшеницы в период максимального их потребления, что может свидетельствовать об увеличении степени доступности данного элемента микроорганизмами, содержащихся в исследуемых удобрениях (Карамышева А.Г., Пинягина А.В., Терехин Н.А., 2021).

Важность применения необходимых элементов питания в стрессовые ситуации показана в работах А.Ю. Суркова (2013), В.Н. Вараввы и А.С. Берестового (2007). Отмечено положительное влияние препаратов, в состав которых входит азот, на повышение белковости зерна. По мнению авторов, этот элемент абсолютно необходим при синтезе белковых веществ и наиболее полезен в деле повышения качества зерна полевых культур (Сурков А.Ю., 2013; Варавва В.Н., Берестовой А.С., 2007).

Особенно остро эта проблема проявляется на слабоподзолистых малогумусных почвах, где стоит задача поиска наиболее эффективных способов использования биологического азота. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{60}K_{60}$ и биопрепаратов (Азоризин) с научно обосновано подобранными предшественниками (клевер красный) обеспечивает максимальное повышение урожайности зерна яровой пшеницы на 0,83 т/га относительно неудобренного фона (Габдуллин В.Р., Гараева Л.А., 2018).

По данным Е.А. Семеновой, Р.А. Афанасьева, в агроэкологических условиях Уральского региона вследствие почвенно-климатических особенностей региона и несбалансированности цен на удобрения и получаемую зерновую продукцию, наиболее предпочтительной считается доза внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$. Следует отметить, что азотные удобрения в дозах до 60 кг/га и более на фоне фосфорных и калийных

оказывают значительное влияние на формирование продуктивности яровой пшеницы. Фосфорные удобрения, как и калийные, на фоне азотных максимально в дозах, возрастающих до P, K₆₀, максимум - до P, K₉₀, но уже при P, K₁₂₀ наблюдается снижение их эффективности (Семенова Е.А., Афанасьев Р.А., 2019).

Длительное применение органоминерального комплекса удобрений в дозах не менее N₆₀P₆₀K₆₀ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве приводит к повышению урожайности зерна яровой пшеницы на 74 % относительно неудобренного фона, а снижение дозы до N₄₅ приводит к снижению средней урожайности в два раза (Мерзлая Г.Е., Понкратенкова И.В., Гаврилова А.Ю., 2019).

Удобрения, которые содержат в своём составе элементы питания в хелатной форме, отличаются высокой зависимостью эффективности от погодных условий и других абиотических факторов. В зависимости от содержания элементов они могут влиять на различные параметры растений, что в свою очередь в каждом конкретном случае может давать различный эффект.

Разработка новых приёмов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур за счёт применения современных удобрений с Микроэлементами важна в решении возникающих экологических проблем. Проблема получения больших объёмов продукции должна решаться за счёт увеличения валового сбора зерна, а не расширения пахотных площадей. Тенденция уменьшения площади сельскохозяйственных земель на душу населения приводит к увеличению площади под высокоурожайными культурами и сокращению под низкоурожайными. В связи с этим возникает необходимость интенсификации процесса возделывания сельскохозяйственных культур, который тесно связан с разработкой и совершенствованием таких агроприёмов, как использование современной техники и оборудования при обработке почвы, научно обоснованное внесение эффективных минеральных, микробиологических и других видов удобрений и агрохимикатов и т.д. (Денисов Е.П. и др., 2017; Васильев А.С., Иванютина Н.Н., Горбачев И.В., 2017).

1.4 Совместное применение различных агроприемов в посевах зерновых культур

В связи с тем, что перед аграрной наукой стоит задача поиска максимально эффективных способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции при наименьших затратах с учетом почвенно-климатических условий, исследователи разрабатывают различные агротехнологические приемы, направленные на решение этой задачи. Их применение, как по отдельности, так и в комбинации, позволит сохранить плодородие почв и обеспечить эффективное ведение сельского хозяйства.

Вопросами совместного применения различных агроприемов в посевах зерновых культур на протяжении длительного времени занимались такие ученые, как J. H. Oard, N. Zhang, D. E. Sanders (2007), Ю.Н. Куркина (2009), Н. Заргарян, А. Кекало (2012), M. D. Owen, I. A. Zelaya (2015), Ю.Н. Плескачёв, А.И. Беленков, У.М. Сабо (2016), Н.П. Бакаева (2019), И.В. Ляшков с соавт (2022), И.Ю. Сорокина (2022), Д.С. Редяева, А.С. Герасимова (2022), А.В. Яковлев (2022), и др.

В опытах, проведённых А. В. Парамоновым (2019) изучалось влияние различных доз и сочетаний минеральных удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы при безотвальной системе обработки почвы.

Результаты показали, что в приазовской зоне Ростовской области максимальную урожайность дает полное минеральное удобрение в дозе $N_{60}P_{30}K_{60}$, повышая этот показатель на 9 ц/га относительно неудобренного варианта. Наименьшая эффективность удобрений отмечается при внесении фосфорных удобрений, что можно объяснить недостаточным содержанием элементов питания в почве (Парамонов А.В., 2019).

Для оценки влияния систем обработки почвы и минерального питания на агрохимические показатели плодородия и урожайность яровой пшеницы Е. В. Носкова сравнивала способы основной обработки почвы (отвальную, поверхностную с рыхлением, поверхностно-отвальную, поверхностную) и

различные дозы минеральных удобрений с соломой. В ходе исследований было установлено, что на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах энергосберегающая система поверхностно-отвальной обработки почвы дает прибавку урожайности зерна яровой пшеницы на 2,04 ц/га относительно отвальной обработки. Максимальный эффект обеспечивает поверхностно-отвальная обработка почвы с совместным внесением соломы и полного минерального удобрения – на 8,18 ц/га (Носкова Е.В., 2020, Амаков Ю.Н., 2023).

О положительном эффекте совместного внесения соломы (обеспечивающей поступление питательных веществ) и полного минерального удобрения свидетельствуют результаты исследований Л.З. Каримовой, Р.В. Миникаева, И.П. Таланова, проведенных в 2015 г. на черноземе выщелоченном. Согласно полученным ими данным, в среднем за три года такой агроприем на фоне безотвального рыхления дает 80%-е повышение урожайности зерна яровой пшеницы относительно неудобренного фона (Каримова Л.З., Миникаев Р.В., Таланов И.П., 2015).

Аналогичного мнения придерживаются М.Р. Ахметзянов и И.П. Таланов, которые в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан изучали эффективность энергосберегающих систем основной обработки серой лесной почвы при внесении соломы и пожнивного сидерата на фоне минерального питания. При комбинированной системе обработки почвы с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{55}P_{59}K_{29}$, соломы предшественника и пожнивного сидерата обеспечивает существенное увеличение запасов продуктивной влаги в почве, эффективное расходование на формирование урожая, дает лучшую обеспеченность сельскохозяйственных культур элементами питания, что в результате приводит к повышению урожайности зерна яровой на 1,07 т/га относительно фона отвальной вспашки и внесения только минеральных удобрений (Ахметзянов М.Р., Таланов И.П., 2019).

В то же время С.В. Богомазов, М.А. Симонян, О.А. Ткачук, Е.В. Павликова отдают предпочтение препаратам и удобрениям на основе гуматов, основываясь

на их комплексном положительном воздействии на сельскохозяйственные культуры и высокой эффективности, которая выражается в повышении урожайности зерновых, всхожесть и энергия прорастания семян; усилении поглощения и потребления элементов минерального питания, активности нитратредуктазы, что в свою очередь приводит к увеличению сопротивляемости растений к болезням и неблагоприятным погодным условиям. Результаты исследований на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах не выявили значительного влияния энергосберегающих систем обработки почвы на урожайность зерна яровой пшеницы, однако в комбинации с обработкой семян и вегетирующих растений гуминовым удобрением Гумостим увеличение урожайности культуры составляло 0,55-0,58 т/га относительно фона естественного плодородия (Богомазов С.В., Симонян М.А., Ткачук О.А., Павликова Е.В., 2017).

Рациональное использование минеральных удобрений и средств защиты растений в совокупности с ресурсосберегающими инновационными способами обработки почвы – один из факторов улучшения плодородия почвы и повышения продуктивности пахотных земель (Raimanova I., 2010; Lapshinov N. A., Pakul V. N., Vozhanova G. V., Kuksheneva T. P., 2021).

Как показали исследования, проведенные Е.В. Кузиной в 2018–2020 гг. на слабовыщелоченном тяжелосуглинистом черноземе, различные способы обработки почвы (отвальная, дифференцированная (вспашка на 25...27 см под предшествующую культуру, дискование на 6...8 см под яровую пшеницу); мульчирующая, гребнекулисная, дисковая и плоскорезная) не оказывают значительного влияния на урожайность зерна, которая в большей степени зависит от складывающихся климатических условий региона возделывания, в частности от обеспеченности посевов влагой. В то же время внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ в сочетании с биофунгицидом на фоне гребнекулисной обработки почвы дает максимальный эффект относительно фона естественного плодородия, обеспечивая не только повышение продуктивности яровой пшеницы, но и других показателей (содержание клейковины и белка, концентрация азота и калия в зерне),

что дает основание утверждать об эффективном способе оптимизации агротехники культуры (Кузина Е.В., 2021).

В то же время В.Е. Зинченко, А.В. Гринько, Н.Н. Вошедский, В.А. Кулыгин установили обратную тенденцию, когда различные дозы внесения минеральных удобрений под яровую пшеницу, а также нормы высева семян, не оказывали значительного влияния на изменение влажности почвы и, как следствие, на урожайность культуры. Напротив, решающее значение в этом случае приобретает способ основной обработки почвы, причем в результате снижения интенсивности обработки почвы отмечали снижение урожайности. Наиболее эффективным агроприемом в условиях обыкновенных черноземов оказалась отвальная вспашка (по сравнению с чизельной и поверхностной обработкой почвы) на фоне минерального питания $N_{80}P_{80}K_{80}$ при норме высева семян 5 млн шт./га, которая давала урожай в размере 31,6 ц/га, что было выше, чем на варианте без применения удобрений, на 50,2 % (Зинченко В.Е., Гринько А.В., Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А., 2019).

В связи с тем, что обработка почвы - энергоемкий и дорогостоящий технологический прием земледелия, приводящий к разрушению ее структуры, перед учеными стоит задача нивелировать пагубное воздействие. Одним из решений может стать минимизация обработки, что позволит снизить энергетические и трудовые затраты (Шарков И.Н., 2009). В то же время такой прием может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, К.В. Шубина, Н.А. Минеева установили, что снижение интенсивности обработки почвы приводит к снижению урожайности зерна яровой пшеницы независимо от типа минерального питания. На всех вариантах опыта в сравнении с отвальной обработкой почвы они отмечали тенденцию неуклонного снижения изучаемого показателя от 0,35 при минимальной обработке почвы до 0,41 т/га при No-till. В то же время применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ давало прибавку урожайности зерна

яровой пшеницы, обеспечивая также повышение рентабельности производства культуры (Ивенин В.В., Ивенин А.В., Шубина К.В., Минеева Н.А., 2018).

К аналогичному результату пришли Ю.А. Богомолова, А.П. Саков и А.В. Ивенин, которые на серой лесной почве в звене севооборота «соя – яровая пшеница» сравнивали пять систем обработки почвы на фоне минерального питания удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и соломы в комплексе с биопрепаратом СтимиксНива (2 л/га) и минеральным азотом (10 кг д.в. на 1 т соломы). Как показали исследования, наиболее эффективным способом возделывания яровой пшеницы относительно всех исследуемых является безотвальная «мелкая» вспашка на глубину 14-16 см, которая в сочетании с полным минеральным удобрением и аммиачной селитрой в дозе N_{10} дает урожайность 3,99 т/га. Минимальная обработка почвы и прямой посев приводят к увеличению плотности почвы, что значительно ухудшает рост и развитие яровой пшеницы, снижая, как следствие, ее продуктивность (Богомолова Ю.А., Саков А.П., Ивенин А.В., 2018).

М.М. Сабитов и С.А. Захаров, сравнивая традиционную, ресурсосберегающую и минимальную обработки почвы на фоне внесения гербицидов, доказали, что, несмотря на сокращение затрат при возделывании яровой пшеницы по минимальной технологии на 5,5 %, а также несмотря на снижение себестоимости зерна на 2,5 %, уровень урожайности культуры снижался до 3,13 т/га, что не позволяет обеспечить урожайность на уровне традиционной вспашки во влажные и умеренно-засушливые годы (Сабитов М.М., Захаров С.А., 2021, 2022)

Проведенные этими же авторами исследования также подтвердили эффективность ресурсосберегающей безотвальной обработки почвы на 23-25 см на черноземах выщелоченных по сравнению с традиционной вспашкой и минимальной обработкой почвы в засушливые и умеренно засушливые годы. Снижение интенсивности обработки почвы независимо от климатических условий года возделывания яровой пшеницы снижает ее урожайность на 3,1% относительно

традиционной обработки почвы на глубину 23-25 см (Никитин С.Н., Сабитов М.М., Захаров С.А., 2021).

Исходя из вышеприведённых результатов исследований ряда авторов, можно сделать вывод, что вопрос о совместном влиянии различных агроприемов в посевах зерновых культур при использовании различных систем обработки почвы изучен недостаточно.

Анализ состояния изученности вопросов применения минеральных и микробиологических удобрений при возделывании яровой пшеницы на фоне различных способов обработки почвы в засушливых условиях, проведённый на основе изучения большого количества трудов современных учёных показал, что вопросы питания яровой пшеницы отдельными макроэлементами, их потребность по фазам развития, механизм действия, различные способы обработки почвы широко изучены в различных климатических зонах нашей страны (Бакиров Ф.Г., Петрова Г.В., Долматов А.П., Петров Д.Г., 2014; Белкин А. А., Беседин Н. В., 2010; Данилов А.Н., Летучий А.В., Шагиев Б.З., 2015; Денисов Е.П., Солодовников А.П., Биктеев Р.К., 2011; Еремина Р.Ф., Правдина С.А., Недбаев В.Н., 2005; Каргин В.И., Немцев С.Н., Захаркина Р.А., Каргин Ю.И., 2011; Азизов З.М. с соавт., 2022, 2023; Крищук О.В., Фисунов Н.В., 2022; Никитин А.А. с соавт., 2022; Diggle A. J., Neve P. V., Smith F. P., 2003; Vildflush I.R., Mishura O.I., 2011 и др.).

По теме использования Микроэлементов в системе питания растений и их влиянию на формирование урожайности имеется также достаточное количество работ (Фролова Е.Ю., 2016; Амиров М.Ф., 2017; Кривобочек В.Г., Семина С.А., Остробородова Н.И., 2017; Корягин Ю.В., Корягина Н.В., 2018; Окорков В.В., Батяхина Н.А., 2018; Бурунов А.Н., Васин В.Г., Васин А.В., Багаутдинов Р.Н., Стрижаков А.О., 2020; Костин В.И., Решетникова С.Н., Смирнова Н.В., 2019; Семина С.А., Остробородова Н.И., 2020; Иванова О.М., 2021; Зайцева О.А., Кулинич В.С., 2022; Конищев А.А., Гарифуллин И.И., 2022; Крылова С.Н., 2022; Powles S. V., Qin Yu., 2010; Ostrovskij M., 2014 и др.), но проблема поиска эффективного сочетания минеральных, микробиологических и микроудобрений, а

также наиболее эффективных способов и доз их внесения в почвенно-климатических условиях Нижнего Поволжья является не полностью раскрытой темой, требующей более глубокого изучения, а особенности роста и развития растений яровой пшеницы в засушливых условиях делают разработку приёмов совершенствования возделывания этой культуры важной задачей науки и практики.

2. УСЛОВИЯ, СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

2.1 Почвенно-климатические условия места проведения опыта

2.1.1 Почвы

Опыт проводился на опытном поле Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова в УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области в 2020-2022 годах на темно-каштановой почве. Почвы по мощности - среднемошнные, 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.

Вскипание наблюдается на глубине 46-75 см, реакция среды щелочная, рН водной вытяжки равняется 8,0-8,3. Сумма поглощённых оснований в гумусовом горизонте составляет 22,0–32,89 мг. экв. на 100 г почвы. Преобладающим катионом в сумме обменных оснований является обменный кальций, на его долю приходится 77,4–85,8 % от суммы оснований, на долю катионов магния приходится 13,2-20,0 %. С увеличением глубины содержание магния также увеличивается. Количество натрия в почве оценивается как низкое 1,0–1,7 %, токсичных солей не обнаружено.

Нитратного азота содержится 4,1 мг на 1 кг почвы, доступного фосфора P_2O_5 – 29,7 мг, обменного калия K_2O – 345 мг на 1 кг почвы (по Мачигину). Почва среднеобеспеченна фосфором, малообеспечена азотом.

Содержание Микроэлементов на опытном поле согласно агроэкологическому паспорту низкое: подвижной серы – 3,3 мг/кг (ГОСТ 26490-85), подвижного марганца – 4,7 мг/кг (по методу Крупского и Александровой, ОСТ 10 148-88), подвижной меди – 0,06 мг/кг (по методу Крупского и Александровой, ОСТ 10 149-88), цинка – 0,36 мг/кг почвы (по методу Крупского и Александровой, ОСТ 10 147-88), а содержание подвижного бора – 1,85 мг/кг – высокое (по методу Труога, МУ ЦИНАО – 1983 г).

Сумма поглощенных оснований в пахотном слое составила 28,1-28,6 мг экв. на 100 г почвы, с преобладанием двухвалентных катионов кальция и магния. Содержание кальция 72,8-78,1 % от суммы поглощенных оснований, магния 20,6-25,7 %. На долю одновалентного натрия приходилось не более 1,0-1,5 %.

Центральная левобережная микрizona расположена на Сыртовой равнине, которая сложена песчано-глинистыми породами Акчагыльского моря, перекрытыми сыртовыми отложениями желто-бурых суглинков и глин.

Рельеф представляет собой пологоволнистую равнину, осложнённую многочисленными речными долинами, балками, ложбинами. Отметки поверхности земли волнисто-увалистой сыртовой равнины изменяются в пределах 70-155 м.

Почвообразующие породы – делювиальные суглинки и сыртовые глины, которые иногда засолены хлоридами и сульфатами. Почвенный покров представлен темно-каштановыми почвами с разной степенью солонцеватости и пятнами солонцов. Плотность почвы увеличивается вниз по профилю от 1,25 до 1,67 г/см³, а пористость их уменьшается от 53,4 до 38,9-47,0 %, что ухудшает водные свойства. Водопроницаемость второго полуметра этих почв в 3 раза ниже водопроницаемости первого полуметра.

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.

2.1.2 Климат

Климат Центральной левобережной микрозоны Саратовской области характеризуется как умеренно жаркий и умеренно засушливый.

По данным метеостанции ВолжНИИГиМ, самым холодным месяцем года является январь, среднемесячная температура воздуха которого по среднемноголетним данным составляет $-8,8$ °С, минимальная температура воздуха опускается до $-41,4$ °С.

Самый тёплый месяц – июль имел среднемесячную температуру воздуха $24,5$ °С. Максимальная же температура воздуха в этом месяце достигает 41 °С (таблица 1).

Весной самые поздние заморозки наблюдаются в третьей декаде мая и в редких случаях в первой декаде июня. Осенью самые ранние заморозки отмечались в третьей декаде сентября.

Продолжительность безморозного периода по среднемноголетним данным составляет 162 дня. Сумма эффективных температур свыше 10 °С равна 2500 °С.

Осадки являются основным источником влаги данного региона и составляют по среднегодовой норме $278,4$ мм. За вегетационный период выпадает $114,8$ мм осадков.

Кроме того, в течение вегетационного периода 20–30 дней бывают с суховеями. Гидротермический коэффициент составляет $0,77$.

Таблица 1 - Климатические условия района проведения опыта
(по метеостанции ВолжНИИГиМ)

Месяц	Температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %	Суммарное испарение с поверхности, мм
	средняя	max	min			
Январь	-8,8	4,2	-41,4	39,1	84	4
Февраль	-5,0	4,3	-37,0	28,1	81	4
Март	1,1	15,6	-29,1	21,0	81	9
Апрель	7,6	26,6	-19,4	21,3	68	49
Май	16,3	32,5	-4,8	19,7	54	133
Июнь	21,4	38,7	-1,6	25,1	56	168
Июль	24,5	41,0	6,5	15,8	55	209
Август	21,6	38,2	4,8	13,9	57	173
Сентябрь	15,4	36,0	-1,5	19,0	63	95
Октябрь	8,6	28,3	-13,4	18,6	71	47
Ноябрь	1,3	20,0	-30,2	11,5	83	11
Декабрь	-6,0	7,7	-36,5	45,4	85	3
За год	8,2	40,7	-41,4	278,4	70	905

2.1.3 Погодные условия в годы проведения исследований

2020 год проведения исследований характеризовался как острозасушливый. Сумма осадков апреля составила 13,4 мм, что соответствует 63% от среднегодовой нормы, при этом температура была ниже климатической нормы на 0,4 °С. Самой холодной оказалась вторая декада мая, разница со средними значениями температуры воздуха составила 2,6 °С в сторону уменьшения (таблица 2).

Таблица 2 – Погодные условия вегетационного периода в 2020 году.

По данным метеостанции Сокол-М №159, с. Степное, Энгельсский район

Месяц	Де- када	Температура воздуха			Сумма осадков			Относительная влажность воздуха	
		°С			мм			%	
		Факт.	Норма	Δt	Факт.	Норма	% от норм.	Факт.	Норма
Апрель	1	5,4	5,0	0,4	0,2	5,0	4	67,5	70,1
	2	6,1	7,3	-1,2	8,1	7,2	113	63,2	66,4
	3	9,9	10,4	-0,5	5,1	9,1	56	51,8	67,5
месяц		7,1	7,6	-0,4	13,4	21,3	63	60,8	68,0
Май	1	16,8	16,3	0,5	2,3	10,8	21	50,1	56,2
	2	12,1	14,7	-2,6	1,35	3,8	36	60,3	51,5
	3	16,4	18,0	-1,6	7,85	5,1	154	60	54,3
месяц		15,1	16,3	-1,2	11,5	19,7	58	56,8	54,0
Июнь	1	21,1	20,5	0,6	3,15	3,5	90	50,8	54,1
	2	24	22,1	1,9	0,4	7,2	6	60,3	53,8
	3	20,22	21,7	-1,5	15,9	14,5	110	48,2	60,1
месяц		21,8	21,4	0,3	19,5	25,1	77	53,1	56,0
Июль	1	30,1	26,3	3,8	1,9	2,8	68	41,6	53,6
	2	24,2	23,6	0,6	6,1	6,5	94	46,2	54,8
	3	23,8	23,4	0,4	0,3	6,4	5	42,1	56,6
месяц		26,0	24,5	1,6	8,3	15,8	53	43,3	55,0
Август	1	22,5	22,9	-0,4	6	6,6	9	62,1	57,2
	2	18,1	21,0	-2,9	5,8	3,9	149	52,2	58,3
	3	20,5	20,9	-0,4	0	3,4	0	48,8	55,5
месяц		20,4	21,6	-1,2	11,8	13,9	16	54,4	57,0
За период					64,5	95,8	67,3	53,7	58,0

Количество осадков в мае составило 58% от нормы, несмотря на то, что в третьей декаде мая оно составляло 7,85 мм, или 154% от нормы. Июнь представлялся в вегетационном периоде 2020 года как засушливый месяц; сумма осадков составила 77% от нормы, температурный режим был близок к среднегодовым показателям. Июль также был засушливым, количество осадков за этот месяц было ниже нормы на 7,4 мм и составляло 8,3 мм, или 53% от нормы. Август был засушливым и прохладным. Среднесуточная температура воздуха была ниже климатической нормы на 1,2 °С. А количество осадков составляло 16% от нормы.

С апреля по август количество осадков составило 64,5 мм, или 67,3% осадков от среднегодовой нормы. Анализируя выпадение осадков по критическим фазам развития яровой пшеницы, можно заключить, что в фазу выхода в трубку (третья декада мая – первая декада июня) количество осадков было выше среднегодовой нормы, в то же время в фазу колошения (вторая декада июня) отмечали их недостаточное количество (3 % от среднегодовой нормы), что неблагоприятным образом повлияло на рост и развитие культуры.

Климатограмма вегетационного периода проведения опыта на полях УНПО «Поволжье» в 2020 году приведена на рисунке 1.

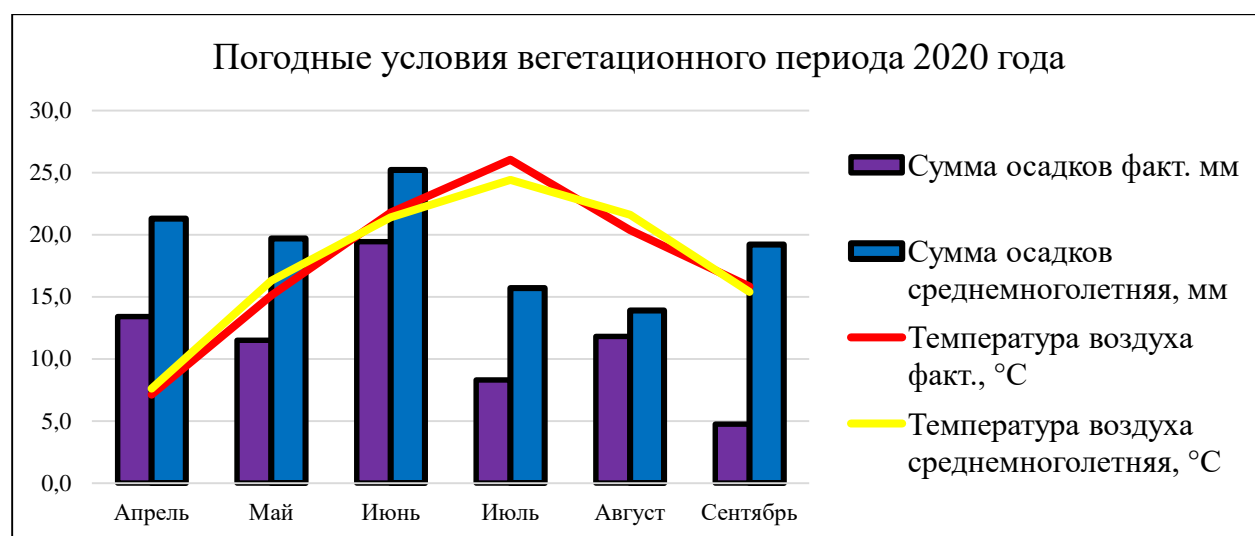


Рисунок 1 - Климатограмма вегетационного периода 2020 года

За вегетационный период 2020 года ГТК = 0,25 что соответствует засушливому году. В сумме за вегетационный период выпало 50,7% осадков от среднемноголетней нормы.

В 2021 году проведения исследований погодные условия характеризовались как засушливые, ГТК в этом году составлял 0,47, сумма осадков за тёплый период выше 10°C составила 161,6 мм, что составило 141% от среднемноголетних значений. В среднем за период температура окружающей среды превышала норму на 1,3 °С (таблица 3, рисунок 2).

Таблица 3 - Погодные условия вегетационного периода 2021 года
По данным метеостанции Сокол-М, с. Степное, Энгельский район

Месяцы	Де-када	Температура воздуха			Сумма осадков,			Относительная влажность воздуха, %	
		°С			мм			%	
		Факт	Норма	Откл. от нормы	Факт.	Норма	% от норм.	Факт.	Норма, %
Апрель	1	6,5	5,0	1,5	16,4	5,0	326	79,8	70,1
	2	13,1	7,3	5,8	5,3	7,2	74	58,2	66,4
	3	9,0	10,4	-1,3	0,95	9,1	10	73,7	67,5
месяц		9,5	7,6	2,0	22,7	21,3	107	70,6	68,0
Май	1	15,2	16,3	-1,1	2,6	10,8	24	71,7	56,2
	2	21,1	14,7	6,4	4,3	3,8	112	81,4	51,5
	3	21,7	18,0	3,7	4,5	5,1	89	90,3	54,3
месяц		19,3	16,3	3,0	11,4	19,7	58	81,1	54,0
Июнь	1	18	20,5	-2,5	30,1	3,5	866	99	54,1
	2	21,5	22,1	-0,6	24,8	7,2	346	97	53,8
	3	28,1	21,7	6,4	0	14,5	0	97,5	60,1
месяц		22,5	21,4	1,1	54,9	25,1	219	97,8	56,0
Июль	1	25	26,3	-1,3	0	2,8	0	47,8	53,6
	2	28	23,6	4,4	0	6,5	0	46,3	54,8
	3	24,8	23,4	1,4	0	6,4	0	48,6	56,6
месяц		25,9	24,5	1,5	0,0	15,8	0	47,6	55,0
Август	1	27,5	22,9	4,6	6,3	6,6	95	45,6	57,2
	2	28,8	21,0	7,8	13,9	3,9	358	37,1	58,3
	3	21,52	20,9	0,6	2,7	3,4	79	44,42	55,5
месяц		25,9	21,6	4,3	22,9	13,9	165	42,4	57,0
Сентябрь	1	15,28	18,6	-3,3	11,1	4,1	273	54,57	64,2
	2	13,96	15,0	-1,0	0	4,5	0	50,38	61,6
	3	10,4	12,6	-2,2	38,6	10,5	368	77,4	63,2
месяц		13,2	15,4	-2,2	49,7	19,0	261	60,8	63,0
За период		17,7	16,4	1,3	161,6	114,8	141	70,5	60,8

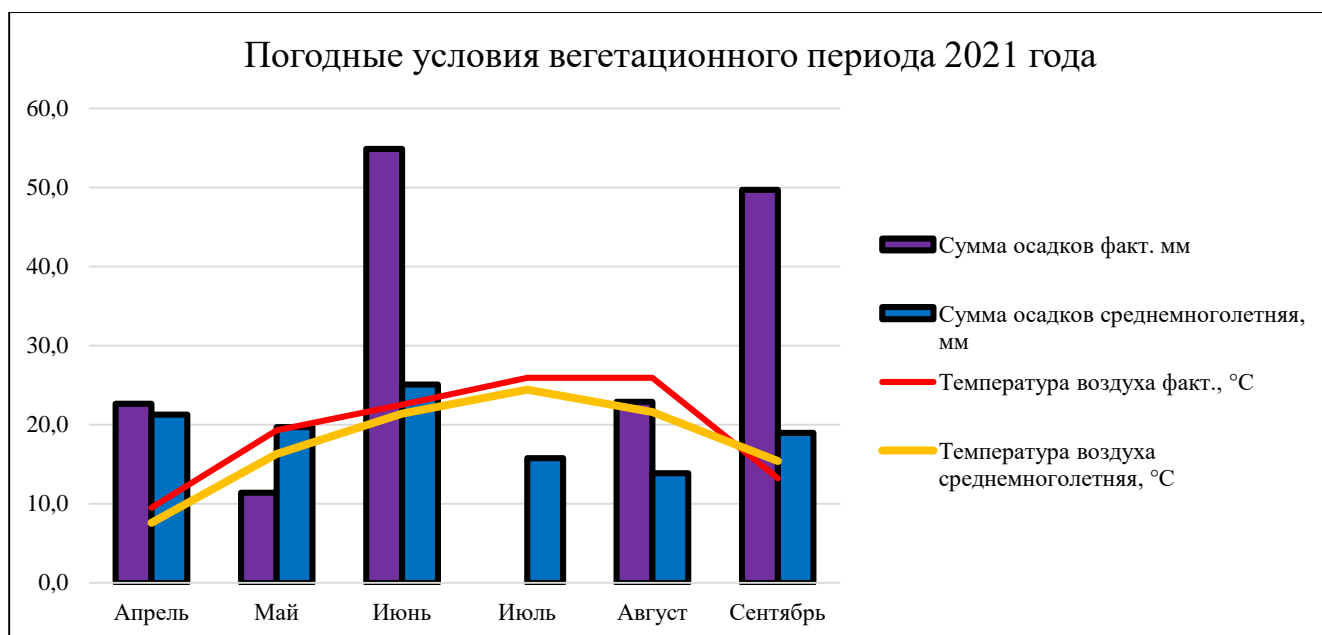


Рисунок 2 - Климатограмма вегетационного периода 2021 года

Особенностью года являлось большое количество осадков в апреле и июне – 107 и 219% к норме и быстрое нарастание температур, что позволило яровым ранним культурам заложить основы будущего урожая. В июле осадки отсутствовали, а температура была выше нормы в среднем на 1,1 °С, что, с одной стороны, создало критическую ситуацию на полях, но с другой – для ранних культур способствовало получению высоких показателей качества зерна.

2022 год проведения исследований характеризовался как средневлажный. Сумма осадков в апреле составила 35,2 мм, что соответствует 166% от среднемноголетней нормы, при этом температура была выше климатической нормы на 4,7 °С. Самой теплой оказалась вторая декада апреля, разница со средними значениями температуры воздуха составила 5,0 °С (таблица 4).

Май был холоднее, температура воздуха была ниже среднемноголетних значений на 5,3 °С. Количество осадков в этом месяце составило 172 % от нормы, несмотря на то, что в первой декаде мая осадков не выпадало.

Таблица 4 - Погодные условия вегетационного периода 2022 года.
По данным метеостанции Сокол-М, с. Степное, Энгельский район

Месяцы	Декада	Температура воздуха			Сумма осадков,			Относительная влажность воздуха, %	
		°С			мм			%	
		Факт	Норма	откл. от нормы	Факт.	Норма	% от норм.	Факт.	Норма, %
Апрель	1	5,4	5,0	0,4	0,2	5,0	4	76,2	70,1
	2	6,1	7,3	-1,2	8,1	7,2	113	76,8	66,4
	3	9,9	10,4	-0,5	5,1	9,1	56	60,3	67,5
месяц		11,7	7,6	4,2	13,4	21,3	63	71,1	68,0
Май	1	9,5	16,3	-6,8	0	10,8	0	72,1	56,2
	2	11,4	14,7	-3,3	11,2	3,8	293	79,8	51,5
	3	12,3	18,0	-5,7	22,7	5,1	449	75,9	54,3
месяц		11,1	16,3	5,3	33,9	19,7	172	75,9	54,0
Июнь	1	20,1	20,5	-0,4	29,7	3,5	855	68,1	54,1
	2	24,9	22,1	2,8	0	7,2	0	58,1	53,8
	3	22,3	21,7	0,6	4,5	14,5	31	61,2	60,1
месяц		22,4	21,4	1,0	34,2	25,1	136	62,4	56,0
Июль	1	20,4	26,3	-5,9	40,4	2,8	1428	68,9	53,6
	2	24	23,6	0,4	14,6	6,5	223	57,5	54,8
	3	23	23,4	-0,4	20	6,4	313	72,1	56,6
месяц		22,5	24,5	-2,0	75,0	15,8	476	66,1	55,0
Август	1	25,4	22,9	2,5	0	6,6	0	62,3	57,2
	2	24,4	21,0	3,4	0	3,9	0	65,7	58,3
	3	25,8	20,9	4,9	0	3,4	0	72,2	55,5
месяц		25,2	21,6	3,6	0,0	13,9	0	66,7	57,0
За период					178,3	95,7	186	68,44	58,0

Июнь представлялся в вегетационном периоде 2022 года как влажный месяц; сумма осадков в первой декаде этого месяца составила 855 % от нормы, за весь месяц выпало на 9,1 мм осадков больше среднегодовалой нормы, несмотря на отсутствие осадков во второй декаде июня. Температурный режим был близок к среднегодовым показателям.

Июль также был влажным, количество осадков за этот месяц было составляло 75,0 мм, или 476% от нормы. Среднесуточная температура воздуха в августе была выше климатической нормы на 3,6 °С, осадков в августе не выпадало. С апреля по август количество осадков составило 178,3 мм, или 186,0 % осадков от среднегодовалой нормы. Анализируя выпадение осадков по критическим фазам развития яровой пшеницы, можно заключить, что в фазу выхода в трубку (третья декада мая – первая декада июня) количество осадков было выше среднегодовалой нормы, в то же время в фазу колошения (вторая декада июня) осадков не выпадало, что неблагоприятным образом повлияло на рост и развитие культуры.

Климатограмма вегетационного периода проведения опыта на полях УНПО «Поволжье» в 2022 году приведена на рисунке 3.

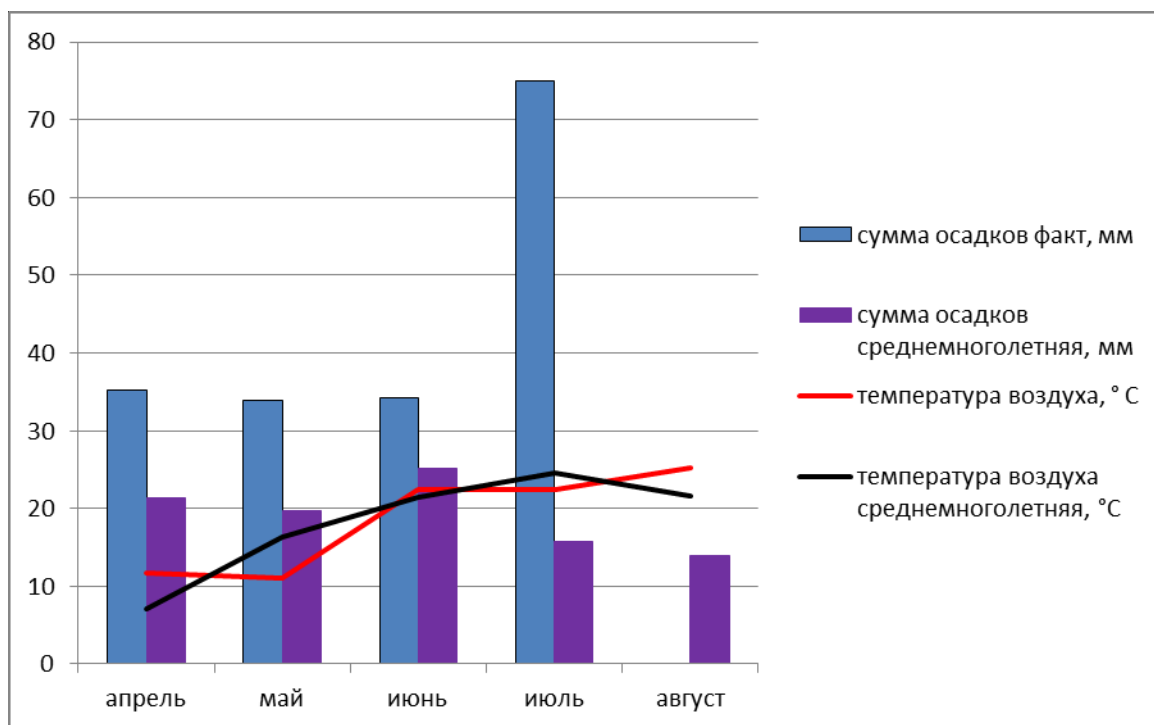


Рисунок 3 - Климатограмма вегетационного периода 2022 года

За вегетационный период 2022 года ГТК = 0,62, что соответствует средневлажному году.

2.2 Схема опыта

Исследования проводили в 2020-2022 гг. на опытном поле Вавиловского университета, УНПО «Поволжье», пос. Степное, Энгельсский р-н Саратовской области. Изучали влияние различных способов основной обработки почвы (отвальная обработка, минимальная обработка) и системы питания растений (минеральное удобрение Аммофос, микроудобрения Азофит, Страда N, Микроэл) на продуктивность яровой твердой пшеницы сорта Луч 25.

Для изучения влияния описанных факторов 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 микробиологическое 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 микробиологическим удобрениями проводили в фазы кущения и колошения ранцевым опрыскивателем. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га.

Площадь делянки первого порядка (по фактору А) 400 м², площадь делянки второго порядка (по фактору В) 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.

2.2.1 Методика проведения опыта

Полевой опыт сопровождался наблюдениями и исследованиями в соответствии с общепринятыми методическими указаниями (Доспехов Б.А., 1985).

В процессе исследований велись следующие наблюдения за:

- влажностью почвы – полевым, термостатно-весовым методом с отбором проб почвенным буром АМ-16. Образцы почвы для определения влажности отбирались послойно – через каждые 10 см из трёх скважин, расположенных по вершинам треугольника на расстоянии 1 м, посередине делянки. Отбор образцов проводили через 10 см на глубину 1 м. Почвенные образцы высушивали в термостатах при температуре 105°С до постоянной массы;

- плотностью почвы – в полевых условиях буром Н.А. Качинского методом режущих колец послойно через 0,1 м до глубины 0,3 м;

- целлюлозоразлагающую активность почвы определяли по методике Е.Н. Мишустина, А.Н. Петровой. Оценку биологической активности почв по интенсивности разрушения клетчатки проводили по методике Д.Г. Звягинцева (1980) высчитывая % разложившегося полотна за период: очень слабая < 10, слабая 10-30, средняя 30 - 50, сильная 50 - 80, очень сильная > 80.

Учёт урожая проводили сплошным поделяночным методом с приведением к стандартной влажности (14%).

Качество урожая определяли в лаборатории ФГБУ Саратовская МВЛ по методу ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка», ГОСТ Р544782011 «Методика определения количества и качества клейковины в пшенице», ГОСТ 9353–2016 «Пшеница. Технические условия».

Структуру урожая определяли по методу ГОС СОРТ СЕТИ.

Учет густоты стояния растений проводят на пробных площадках размером 1/6 м², выделяемых по три на делянках двух несмежных повторений. Подсчет растений проводят дважды — после полного появления всходов и перед уборкой при взятии пробного снопа на анализ (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1971).

Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютера по Б.А. Доспехову (1985).

2.3 Характеристика объектов исследований

2.3.1 Характеристика сорта, изучаемого в опыте

Сорт зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 2014 г. Авторы сорта –Н.С. Васильчук, С.Н. Гапонов, Л.В. Еременко, Т.М. Паршикова, В.М. Попова, Г.И. Шутарева, правообладатель – ФГБНУ "ФАНЦ Юго-Востока".

Tr. Durum (Desf.), разновидность leucigum. Колос белый, неопушенный, цилиндрической формы, средней крупности (5,5 см), плотность 25-26 колосков на 10 см длины колосового стержня. Колосковая чешуя длинная, средней величины, ланцетная с невыраженной нервацией. Килевой зубец короткий, острый, слегка изогнут. Плечо прямое, узкое. Киль выражен сильно. Ости грубые, белые. Зерно белое, очень крупное, удлиненной формы, с длинным хохолком. Масса 1000 зерен в среднем составляет 44,2 г, в благоприятные годы до 47 г. Бороздка неглубокая.

Стебель тонкий, прочный, выполненность слабая, в отдельные годы средняя (3-5 балла). Новый сорт несколько ниже Саратовской золотистой - в среднем длина стебля составила 82 см, в благоприятные годы – 93 см против 84 и 94 у стандарта.

Сорт Луч 25 практически устойчив к бурой пятнистости, слабо поражается вирусными инфекциями, мучнистой росой, пыльной головней, практически устойчив к «черному зародышу».

Сорт обладает высокими технологическими свойствами зерна. Содержание сырой клейковины в среднем 26,0% и более, при очень высоком её качестве, которое характеризуется показателем SDS-седиментации (56 мл). Натурная масса зерна 785 г/л.

2.3.2 Характеристика препаратов, изучаемых в опыте

Аммофос – моноаммонийфосфат ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) – это сложное удобрение, получаемое в результате реакции нейтрализации фосфорных кислот аммиаком. В его состав входят 42-52 % фосфора и 10-12% аммонийного азота. Фосфор содержится в водорастворимой форме. Аммофос – это водорастворимое безнитратное удобрение с достаточно большой концентрацией действующих элементов. Удобрение выпускается в виде растворимых гранул. В составе отсутствуют балластные вещества (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов..., 2020, с. 19).

Азофит (действующее вещество: *Azotobacter vinelandii*) – микробиологическое удобрение, содержащее в своём составе живые азотфиксирующие бактерии, биологически активные продукты их жизнедеятельности и Микроэлементы, оказывающие положительное воздействие на рост и развитие растений, что в свою очередь приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов..., 2020, с. 41).

В препарате используются ассоциативные азотфиксаторы, способные усваивать азот из воздуха и выделять его в почву в доступной для растений форме.

Таким образом, происходит компенсация минерального азота при его недостатке. Азофит выступает биогенным элиситором, индуцируя защитную реакцию растений к неблагоприятным факторам внешней среды и повышая физиологическую устойчивость сельскохозяйственных культур к патогенам.

Страда N. Жидкое комплексное минеральное удобрение с Микроэлементами, высококонцентрированная суспензия, в составе которой 27% азота, что сопоставимо с азотными подкормками по вегетации. Обладает высокой скоростью усвоения растениями (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов..., 2020, с. 12).

Наличие азота в амидной форме способствует быстрому проникновению элементов питания в лист. Микроэлементы усиливают биохимические процессы, способствуют быстрому переходу азота в органическую форму, препятствуя избыточному накоплению нитратов и проявлению других негативных последствий избытка азота (полегание, развитие болезней и др.). Оптимизирует азотное питание в ключевые фазы развития.

Препарат обеспечивает питание макро- и Микроэлементами в ходе вегетации, активизирует развитие вегетативной массы, эффективно снимает стрессы, обеспечивая при этом существенную прибавку урожая.

В состав удобрения Страда N входят Микроэлементы в хелатной форме: N, P₂O₅, K₂O, MgO, S, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Co, Se.

Микроэл. Жидкое комплексное минеральное удобрение для некорневой подкормки, представляет собой высококонцентрированный раствор 4 макро- и 11 Микроэлементов, находящихся в легкодоступной форме хелатов (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов..., 2020, с. 12).

Действие удобрения направлено на эффективное устранение недостатка Микроэлементов в период вегетации, активизацию ростовых процессов, стимуляцию процессов фотосинтеза и азотфиксации, снижение стресса, вызванного применением пестицидов и неблагоприятными погодными условиями

(засуха, заморозки), активизацию иммунитета, повышение сопротивляемости болезням и вредителям.

В состав удобрения входят в хелатной форме следующие элементы Mn, Mo, MgO, Zn, Cu, Fe, Co, B, Cr, Ni, Li, Se, S, N, K₂O.

2.4 Агротехника опыта

Пшеницу высевали в зернобобовом звене полевого 7-польного севооборота (1. пар – 2. озимая пшеница -3. нут – 4. яровая пшеница- 5. просо – 6. ячмень – 7. подсолнечник). Предшественником яровой пшеницы являлся нут, после уборки которого проводили лушение стерни и основную обработку почвы. Отвальную обработку проводили плугом ПЛН-5-35 на глубину 23-25 см, минимальную – орудием БДМ 7х3 на глубину 10-12 см с целью накопления мульчирующего слоя из стерневых остатков, обеспечивающего меньшее испарение влаги.

Весной, при достижении физической спелости почвы, проводили боронование орудием БЗТС-1, за день до посева – предпосевную культивацию на глубину 6-8 см орудием КУК-4 с целью разрыхления верхнего слоя, создания уплотнённой почвы на глубине заделки семян и борьбы с сорняками. В предпосевную культивацию вносили минеральное гранулированное удобрение Аммофос в дозе 60 кг/га в физическом весе. На следующий день после предпосевной культивации проводили посев на всех вариантах сеялкой СЗ-3,6, глубина заделки семян 6-8 см. Высевали сорт яровой твердой пшеницы Луч-25, норма высева 4,5 млн всхожих зёрен на 1 га, весовая норма 140 кг/га, для посева использовали семена 1-го класса. В 2020 году посев проводили 25 апреля, культивацию за день до посева 24 апреля. В 2021 году посев проводили 18 апреля, культивацию – 17 апреля. В 2022 году посев проводили 26 апреля, культивацию – 25 апреля.

В целях борьбы с сорной растительностью все варианты в фазу кущения яровой пшеницы обрабатывали гербицидом Балерина нормой 0,4 л/га.

Аммофос вносили разбрасывателем «Туман-2» под предпосевную культивацию яровой пшеницы в дозе 60 кг/га в физическом весе. Некорневую подкормку препаратами проводили в фазы кущения и колошения яровой пшеницы нормой: Азофит – 2 л/га, Страда N – 3 л/га, Микроэл – 0,2 л/га, с помощью опрыскивателя ручного ранцевого. Расход рабочего раствора 200 л/га.

Для уборки урожая использовали комбайн Terrion SR2010, начало уборки в фазу полной спелости зерна.

ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ДИНАМИКУ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

3.1 Плотность почвы

Плотность почвы – интегральный показатель, который обуславливает водопроницаемость, влажность почвы, воздушный режим и, как следствие, влияет на продуктивность яровой твердой пшеницы.

На плотность почвы оказывают влияние такие факторы, как ее гранулометрический состав, органическое вещество почвы, фракционный состав гумуса и способы обработки почвы. Максимальная продуктивность культуры формируется при оптимальных показателях водно-физических свойств почвы. Кроме того, плотность почвы зависит от способа основной обработки почвы. Сразу после вспашки земля наиболее рыхлая, затем происходит ее уплотнение. В дальнейшем при отсутствии обработки почвы достигается ее равновесная плотность, являющейся более постоянной величиной, к которой грунт стремится в естественных условиях. При возделывании сельскохозяйственных культур учитывают именно этот показатель, который не всегда является оптимальным. В этой связи особую актуальность приобретает механическая обработка почвы, призванная создать оптимальную плотность, в первую очередь в корнеобитаемом слое.

В эксперименте, проведенном на опытном поле УНПО «Поволжье», рассматривались отвальный и минимальный способы обработки почвы, которые оказывали непосредственное влияние на ее плотность сложения.

В 2020 году в слое 0-30 см на отвальной обработке плотность перед посевом составила 1,06 г/см³, в то время как при минимальной обработке – 1,15 г/см³, таким образом различие составило 8,5%. Оно связано, в первую очередь, с глубиной обработки почвы. На варианте с отвальной обработкой она составила 23-25 см, на варианте с минимальной – 10-12 см. Необходимо отметить, что в слое почвы 0-10

см на минимальной обработке плотность была ниже и составляла 0,98 г/см³, а на отвальной обработке равнялась 1,00 г/см³. Это связано с более интенсивной обработкой именно верхнего слоя при работе дисковой бороны. При сравнении плотности почвы в слоях 10-20 и 20-30 см, ее значение было выше на минимальной обработке, составляя 1,20 и 1,26 г/см³ соответственно. Для отвальной обработки плотность в тех же слоях была 1,06 и 1,12 г/см³ соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Плотность почвы по вариантам основной обработки почвы в 2020 г., г/см³

Вариант опыта (фактор А)	Слой почвы, см	Перед посевом	Перед уборкой
Отвальная обработка (К1)	0-10	1,00	1,15
	10-20	1,06	1,19
	20-30	1,12	1,22
	0-30	1,06	1,19
Минимальная обработка	0-10	0,98	1,17
	10-20	1,20	1,31
	20-30	1,26	1,43
	0-30	1,15	1,30

К уборке на всех вариантах плотность почвы увеличивалась. Так, в слое 0-30 см на вспашке до 1,19 г/см³, а на минимальной обработке до 1,30 г/см³. Таким образом дрейф плотности почвы на минимальной обработке составил 12,3%, а на минимальной 13,1%. Если рассматривать уплотнение почвы к уборке по слоям, то более всего оно происходило в верхнем слое 0-10 см, на вспашке оно составило 15,0%, на минимальной обработке 19,4%. В слое 10-20 см эта величина составляла на отвальной обработке 12,3%, а на минимальной 9,1 %, для слоя 20-30 см значение было 8,9 и 13,4% для отвальной и минимальной обработки почвы соответственно.

На отвальной обработке почвы в 2021 году в слое 0-30 см на отвальной обработке плотность перед посевом составила $1,09 \text{ г/см}^3$, на минимальной обработке – $1,20 \text{ г/см}^3$, перед уборкой анализируемый показатель составлял $1,24$ и $1,34 \text{ г/см}^3$ соответственно на отвальной и минимальной обработке почвы. В горизонте 0-10 см перед посевом на отвальной и на минимальной обработке плотность сложения была одинаковой и составляла $1,01 \text{ г/см}^3$, что связано с более высокой влажностью почвы в 2021 году. Перед уборкой этот показатель различался, так, на отвальной обработке он составлял $1,17 \text{ г/см}^3$, на минимальной – $1,20 \text{ г/см}^3$ (таблица 6).

Таблица 6 – Плотность почвы по вариантам основной обработки почвы в 2021 г.,
г/см³

Вариант опыта (фактор А)	Слой почвы, см	Перед посевом	Перед уборкой
Отвальная обработка (К1)	0-10	1,01	1,17
	10-20	1,08	1,22
	20-30	1,17	1,34
	0-30	1,09	1,24
Минимальная обработка	0-10	1,01	1,20
	10-20	1,28	1,38
	20-30	1,32	1,44
	0-30	1,20	1,34

В слое 10-20 см плотность сложения почвы увеличивалась относительно слоя 0-10 см. Перед посевом анализируемый показатель на вспашке достигал значения $1,08 \text{ г/см}^3$, на минимальной обработке почвы – $1,28 \text{ г/см}^3$. Перед уборкой плотность почвы была выше, чем перед посевом и составляла $1,22$ и $1,38 \text{ г/см}^3$ при вспашке и при минимальной обработке почвы. В слое почвы 20-30 см при всех способах обработки почвы отмечали тенденцию к наибольшему уплотнению как

перед посевом, так и перед уборкой. На отвальной обработке почвы плотность составляла 1,17 и 1,34 г/см³ соответственно, на минимальной – 1,32 и 1,44 г/см³.

В 2022 г., как и во все предыдущие годы исследований, плотность почвы имела тенденцию к уплотнению по мере увеличения глубины. Кроме того, на минимальной обработке почвы этот показатель также был выше относительно вспашки.

В слое почвы 0-30 см перед посевом разница между вспашкой и минимальной обработкой составляла 0,11 г/см³, перед уборкой – 0,09 г/см³. В слое 0-10 см перед посевом плотность почвы как при отвальной обработке почвы, так и при минимальной была практически идентичной и составляла 1,01 и 1,02 г/см³, или 0,01 г/см³. В пахотном слое 10-20 см разница этого показателя стала более существенной – 0,17 г/см³. Наибольшее значение плотности перед посевом как на отвальной, так и на минимальной обработке почвы отмечали в слое 20-30 см – 1,21 и 1,35 г/см³ соответственно (таблица 7).

Таблица 7 - Плотность почвы по вариантам основной обработки почвы в 2022 г.,
г/см³

Вариант опыта (фактор А)	Слой почвы, см	Перед посевом	Перед уборкой
Отвальная обработка (К1)	0-10	1,01	1,18
	10-20	1,12	1,24
	20-30	1,21	1,35
	0-30	1,11	1,26
Минимальная обработка	0-10	1,02	1,22
	10-20	1,29	1,37
	20-30	1,35	1,46
	0-30	1,22	1,35

Перед посевом наблюдали аналогичную тенденцию: уплотнение почвы с увеличением глубины пахотного слоя. На отвальной обработке почвы

анализируемый показатель изменялся от 1,18 г/см³ в слое 0-10 см до 1,35 г/см³ в слое 20-30 см. На минимальной обработке почвы он был выше и составлял 1,22-1,46 г/см³.

В среднем за три года исследований в слое 0-30 см на отвальной обработке плотность перед посевом составила 1,09 г/см³, на минимальной обработке – 1,19 г/см³, таким образом различие составило 9,17%. Необходимо отметить, что в слое почвы 0-10 см на отвальной и минимальной обработке плотность сложения почвы была практически одинаковой, составляя 1,01 и 1,00 г/см³. При сравнении плотности почвы в слоях 10-20 и 20-30 см, ее значение было выше на минимальной обработке, как и в отдельные годы исследований, составляя 1,26 и 1,31 г/см³ соответственно. Для отвальной обработки плотность в тех же слоях была 1,09 и 1,17 г/см³ соответственно (таблица 8).

Таблица 8 - Плотность почвы по вариантам основной обработки почвы в среднем за три года, 2020-2022 г., г/см³

Вариант опыта (фактор А)	Слой почвы, см	Перед посевом	Перед уборкой
Отвальная обработка (К1)	0-10	1,01	1,17
	10-20	1,09	1,22
	20-30	1,17	1,30
	0-30	1,09	1,23
Минимальная обработка	0-10	1,00	1,20
	10-20	1,26	1,35
	20-30	1,31	1,44
	0-30	1,19	1,33

К уборке на всех вариантах плотность почвы увеличивалась. Так, в слое 0-30 см на вспашке до 1,23 г/см³, а на минимальной обработке до 1,33 г/см³. Таким образом дрейф плотности в зависимости от способа обработки почвы составил

8,13%. Если рассматривать уплотнение почвы к уборке по слоям, то более всего оно происходило в верхнем слое 0-10 см. На вспашке разница этого показателя перед посевом и перед уборкой составила 16,8%, на минимальной обработке 19,6%. В слое 10-20 см эта величина составляла на отвальной обработке 10,7%, а на минимальной 6,20 %, для слоя 20-30 см значение было 11,6 и 8,1% для отвальной и минимальной обработки почвы соответственно. Если сравнивать значение плотности почвы в слое 0-30 см перед посевом и к уборке, то на вспашке этот показатель изменялся на 13,5%, на минимальной обработке почвы – на 10,6%.

Таким образом, при минимальной обработке почвы наблюдается большее уплотнение пахотного горизонта, что объясняется более мелкой глубиной обработки по сравнению с отвальной. Если верхний десятисантиметровый слой практически не имел различий по вариантам обработки, как перед посевом, так и перед уборкой, то различие в слоях 10-20 и 20-30 см было более существенным, что в свою очередь приводило к дрейфу плотности на большую величину к уборке в этих слоях.

3.2 Пористость почвы

Одним из сопутствующих показателей плотности почвы является общая пористость, характеризующая суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Уменьшение пористости почвы ниже определённых уровней приводит к нарушению нормального развития микробиологических процессов и жизнедеятельности растений. Общая пористость зависит от гранулометрического и минералогического состава почвы, ее структуры и плотности. В почвах песчаного гранулометрического состава ее значения составляют 35–40, глинистых – 44–50, гумусовых – 50–60, оглеенных – 26–28 %. Общую пористость рассчитывают по формуле

$$P_{\text{общ}} = (1 - d_v / d) 100,$$

где $P_{\text{общ}}$ – порозность, %; dv – плотность почвы, г/см³; d – плотность твердой фазы почвы, г/см³; dv/d – объем твердой фазы почвы; 100 – коэффициент пересчета в проценты.

Результаты исследований, проведенные в 2020-2022 гг. в УНПО «Поволжье» показали, что фон с минимальной обработкой почвы уступает отвальной обработке по содержанию пор в пахотном горизонте почвы (таблица 9). Так, на фоне вспашки пористость изменялась от 58,19 % перед посевом до 52,72% перед уборкой, а на варианте с минимальной обработкой на глубину 0,10-0,12 м анализируемый показатель изменялся от 54,22 до 48,79% перед посевом и перед уборкой соответственно.

Таблица 9 - Общая пористость почвы в слое 0-30 см, %

Вариант опыта (фактор А)	2020 год	2021 год	2022 год	Среднее по годам
Перед посевом				
Отвальная обработка (К1)	59,23	58,19	57,15	58,19
Минимальная обработка	55,88	53,69	53,08	54,22
Перед уборкой				
Отвальная обработка (К1)	54,35	52,15	51,65	52,72
Минимальная обработка	49,85	48,46	48,08	48,79

Если рассматривать отдельные годы исследований, то максимальная пористость почвы отмечалась в 2020 г., составив на отвальной обработке почвы перед посевом 59,23%, перед уборкой – 54,35 %. На минимальной обработке почвы этот показатель составлял 55,88%, к уборке – 49,85 %. Отмечали снижение пористости почвы до 58,19 и 57,15 % перед уборкой на вспашке, до 53,69 и 53,08 % на вариантах с минимальной обработкой почвы соответственно в 2021 и 2022 гг. К уборке на вспашке анализируемый показатель также имел тенденцию к снижению: до 52,15 и 51,65% в 2021 и 2022 гг. Наименьшее значение пористости почвы

отмечали в 2022 г. на минимальной обработке почвы: на этом варианте он составлял 48,08%.

Таким образом, применение отвальной обработки почвы формировало более пористый пахотный горизонт в сравнении с минимальной обработкой как по годам исследований, так и в среднем. Следовательно, применение отвальной обработки не приводит к уплотнению пахотного слоя выше биологического оптимума и нарушению аэрации почвы, в связи с чем растения яровой твердой пшеницы лучше развивались. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что при возделывании данной культуры в качестве основной обработки почвы следует отдавать предпочтение отвальной обработке по сравнению с минимальной.

3.3 Влажность почвы

Накопление осадков – основной источник влаги в почве в сухих и засушливых климатических условиях. Это является основным источником влаги для сельскохозяйственных культур в том числе и в сухие годы.. Количество продуктивной влаги в весенне-летний период в значительной степени обусловлено способом обработки почвы и ее глубиной. В ходе обработки почвы в большинстве случаев происходит ее уплотнение, что приводит к снижению водопроницаемости. Влага атмосферных осадков накапливается в обрабатываемом слое, что в свою очередь увеличивает ее потери на физическое испарение.

В вегетационный период в 2020 г. выпало 54,85 мм продуктивных осадков, что оказало влияние на динамику почвенной влаги. Наблюдения за влажностью почвы, проведенные по изучаемым способам основной обработки почвы, показали, что в 2020 году в пахотном горизонте на отвальной обработке этот показатель перед посевом составлял 17,50% от массы абсолютно сухой почвы, на минимальной обработке – 17,10 % (различие 0,4%), столь небольшое различие объясняется сухим осенним периодом 2019 года; в полуметровом слое наблюдалась схожая тенденция - на отвальной обработке – 17,40 %, в то время как

при минимальной обработке – 16,80 % (таблица 10). Наименьшая влажность почвы на вспашке в апреле 2020 г. была в подпахотном горизонте 50-100 см – 9,80 % от массы абсолютно сухой почвы, а на минимальной обработке почвы в этот период влажность составляла 9,40 %.

Таблица 10 – Влажность почвы в 2020 г., % от абсолютно сухой массы

Вариант опыта (фактор А)	Слой почвы, см	Перед посевом	Перед уборкой
Отвальная обработка (К1)	0-30	17,50	12,80
	0-50	17,40	13,00
	50-100	9,80	9,60
	0-100	13,60	11,30
Минимальная обработка	0-30	17,10	12,40
	0-50	16,80	12,50
	50-100	9,40	9,30
	0-100	13,10	10,90

К уборке на всех вариантах основной обработки влажность почвы снижалась. На классической отвальной обработке в пахотном слое (0-30 см) влажность почвы составляла 12,80 %, а на минимальной обработке 12,40 %. Аналогичная тенденция наблюдалась как в подпахотном, так и в метровом слое. Так, в слое 50-100 см влажность почвы составляла 9,6 и 9,3 % соответственно для отвальной и минимальной обработки. В метровом слое эти показатели имели величину 11,3 и 10,9 %. Более всего влажность почвы уменьшилась в верхнем полуметровом слое как для минимальной, так и для отвальной обработки. Различие влажности в нижнем полуметровом слое почвы от посева к уборке была минимальной и не превышала 0,3%, что свидетельствует об использовании влаги растениями из верхнего полуметрового слоя, в котором сосредоточена основная масса корней, и об отсутствии

достаточного количества осадков для промачивания нижних горизонтов почвы (полное отсутствие осадков в июле и августе).

В вегетационный период в 2021 г. выпало 80,4 мм продуктивных осадков, что, как и в 2020 году, также оказало влияние на динамику почвенной влаги. В пахотном горизонте на отвальной обработке этот показатель перед посевом составлял 20,50% от массы абсолютно сухой почвы, на минимальной обработке – 19,30 % (различие 1,2%); в полуметровом слое наблюдалась схожая тенденция - на отвальной обработке – 20,30 %, в то время как при минимальной обработке – 19,10 % (таблица 11). Наименьшая влажность почвы на вспашке в апреле 2021 г. была в подпахотном горизонте 50-100 см – 14,90 % от массы абсолютно сухой почвы, а на минимальной обработке почвы в этот период влажность составляла 13,30 %.

Таблица 11 – Влажность почвы в 2021 г., % от абсолютно сухой массы

Вариант опыта (фактор А)	Слой почвы, см	Перед посевом	Перед уборкой
Отвальная обработка (К1)	0-30	20,50	12,80
	0-50	20,30	13,10
	50-100	14,90	10,70
	0-100	17,60	11,90
Минимальная обработка	0-30	19,30	11,00
	0-50	19,10	11,10
	50-100	13,30	10,90
	0-100	16,20	11,00

К уборке на всех вариантах основной обработки влажность почвы снижалась. На классической отвальной обработке в пахотном слое (0-30 см) влажность почвы составляла 12,80 %, а на минимальной обработке 11,00 %. Аналогичная тенденция наблюдалась как в подпахотном, так и в метровом слое. Так, в слое 50-100 см влажность почвы составляла 10,70 и 10,90 % соответственно для отвальной и минимальной обработки. В метровом слое эти показатели имели

величину 11,90 и 11,00 %. Более всего влажность почвы уменьшилась в верхнем полуметровом слое как для минимальной, так и для отвальной обработки.

В вегетационный период в 2022 г. выпало 151,8 мм продуктивных осадков. В пахотном горизонте на отвальной обработке показатель влажности перед посевом составлял 18,50% от массы абсолютно сухой почвы, на минимальной обработке – 18,40 % (различие 0,1%), что обусловлено сухим осенним периодом 2021 года; в полуметровом слое этот показатель на отвальной обработке почвы составлял 18,30 %, в то время как при минимальной обработке – 17,20 % (таблица 12). Наименьшая влажность почвы на вспашке в апреле 2022 г. была в подпахотном горизонте 50-100 см – 16,90 % от массы абсолютно сухой почвы, а на минимальной обработке почвы в этот период влажность составляла 17,20 %.

Таблица 12 – Влажность почвы в 2022 г., % от абсолютно сухой массы

Вариант опыта (фактор А)	Слой почвы, см	Перед посевом	Перед уборкой
Отвальная обработка (К1)	0-30	18,50	16,80
	0-50	18,30	16,90
	50-100	16,90	16,40
	0-100	17,60	16,65
Минимальная обработка	0-30	18,40	16,20
	0-50	17,20	16,30
	50-100	16,60	15,90
	0-100	16,90	16,10

К уборке на всех вариантах основной обработки влажность почвы снижалась. На классической отвальной обработке в пахотном слое (0-30 см) влажность почвы составляла 16,80 %, а на минимальной обработке 16,20 %. Следует отметить, что по сравнению с предыдущим годом влажность перед посевом была ниже на всех вариантах, а к уборке наблюдали тенденцию ее повышения, что можно объяснить количеством выпавших осадков в этот период.

В слое 50-100 см влажность почвы составляла 16,40 и 15,90 % соответственно для отвальной и минимальной обработки. В метровом слое эти показатели имели величину 16,65 и 16,00 % соответственно. Более всего влажность почвы уменьшилась в верхнем полуметровом слое как для минимальной, так и для отвальной обработки.

В среднем за три года исследований на отвальной обработке в слое 0-30 см влажность перед посевом составляла 18,83% от массы абсолютно сухой почвы, на минимальной обработке – 18,27 %; в полуметровом слое этот показатель на отвальной обработке почвы составлял 18,67 %, на минимальной – 17,70 % (таблица 13). Наименьшая влажность почвы на вспашке, как и во все годы исследований была в подпахотном горизонте 50-100 см – 13,87 % от массы абсолютно сухой почвы, а на минимальной обработке почвы в этот период влажность составляла 13,10 %.

Таблица 13 – Влажность почвы в среднем за три года, 2020-2022 гг.,
% от абсолютно сухой массы

Вариант опыта (фактор А)	Слой почвы, см	Перед посевом	Перед уборкой
Отвальная обработка (К1)	0-30	18,83	14,13
	0-50	18,67	14,33
	50-100	13,87	12,23
	0-100	16,27	13,28
Минимальная обработка	0-30	18,27	13,20
	0-50	17,70	13,30
	50-100	13,10	12,03
	0-100	15,40	12,67

К уборке на классической отвальной обработке в пахотном слое (0-30 см) влажность почвы составляла 14,13 %, а на минимальной обработке 13,20 %. В слое 50-100 см влажность почвы составляла 12,23 и 12,03 % соответственно для

отвальной и минимальной обработки. В метровом слое эти показатели имели величину 13,28 и 12,67 % соответственно.

Таким образом, 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.

Статистический анализ экспериментальных данных позволил выявить зависимость целлюлозолитической активности почвы от ее влажности (рисунок 4).

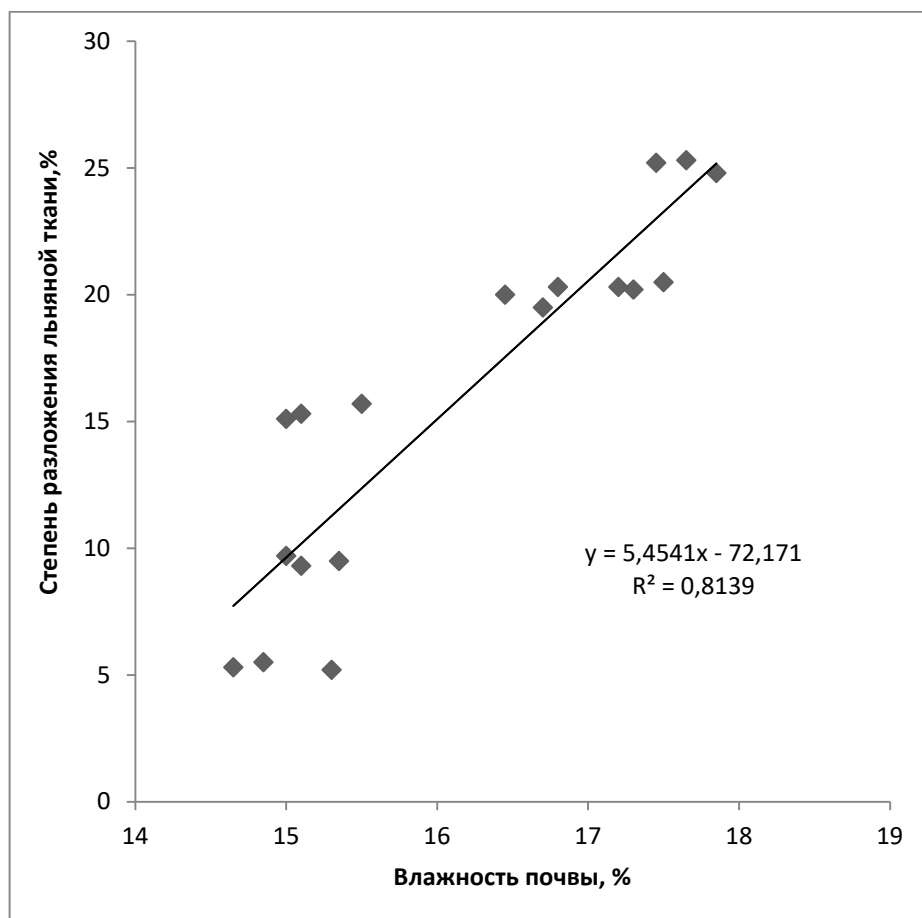


Рисунок 4 – Зависимость целлюлозолитической активности почвы от влажности почвы в среднем за годы исследований, 2020-2022 гг.

Обнаружена высокая степень взаимосвязи этих показателей между собой. Уравнение зависимости имело линейный вид.

Содержание белка от микробиологической активности почвы выражалось уравнением

$$y = 5,4541x - 72,171 \text{ (см. рисунок 4),}$$

коэффициент корреляции - 0,9021, коэффициент детерминации - 0,8139 (приложение 1). В результате анализа полученных уравнений зависимостей можно заключить, что увеличение влажности почвы на каждые 1,0% дает увеличение целлюлозолитической активности почвы на 5,45 %.

4. ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

4.1 Целлюлозолитическая активность темно-каштановой почвы

Интенсивное использование пашни приводит к снижению почвенного плодородия за счет разрушения структуры из-за интенсивной обработки почвы, отчуждения с урожаем элементов питания. Результатом снижения плодородия является не только снижение содержания элементов питания и гумуса в почве, но и разрушение ее структуры и снижение биологической активности почвы.

Целлюлозолитическая активность почвы – один из показателей биологической активности, или способность почвенных микроорганизмов разлагать целлюлозу. Интенсивность разложения клетчатки зависит от способа обработки почвы, ее увлажнения, от количества доступных форм азота, удобрений и других показателей.

Как показали результаты исследований, представленные в таблице 1, в 2020 г. на вспашке целлюлозоразлагающая активность повышалась от 9,5 % на варианте без внесения удобрений до 23,4 % на варианте с совместным использованием минеральных и микробиологического удобрений. Внесение только Аммофоса без некорневой подкормки давало прибавку этого показателя на 4,8%. Применение микробиологического и жидких комплексных минеральных удобрений без Аммофоса также обеспечивало повышение целлюлозоразлагающей активности почвы до 12,4-20,1%. Однако максимальный эффект был получен при совместном внесении минеральных удобрений и некорневой подкормки растений микробиологическим и жидкими комплексными удобрениями, когда степень целлюлозоразлагающей активности почвы варьировала от 18,3 до 23,4 %. Самая высокая биологическая активность почвы относительно варианта без внесения удобрений при отвальной обработке почвы была на варианте с применением Аммофоса и двукратной некорневой подкормкой азотным комплексным

минеральным удобрением Страда N – 23,4 %. Следует отметить, что и без внесения Аммофоса его применение более всего повышало степень разложения льняной ткани среди вариантов с использованием микробиологического и жидких комплексных минеральных удобрений. В то же время интенсивность микробиологической активности почвы характеризовалась как очень слабая и слабая, что, вероятно, можно объяснить низкой влажностью почвы, связанной с погодными условиями 2020 года (таблица 14, приложение 2).

На минимальной обработке почвы степень разложения льняной ткани изменялась от 5,3 до 11,3%, что также характеризовало интенсивность микробиологической активности почвы как очень слабую и слабую. Тем не менее, целлюлозоразлагающая активность почвы имела тенденцию к повышению под действием минеральных и микробиологического удобрений. При внесении только гранулированного удобрения (Аммофос) этот показатель увеличивался до 7,1% (на 1,8%). Применение удобрений Азофит, Страда N и Микроэл без минерального удобрения повышало целлюлозоразлагающую активность почвы до 8,5; 12,3 и 6,4 % соответственно. Добавление Аммофоса в схему опыта на минимальной обработке почвы обеспечивало повышение этого показателя до 11,3-18,5 % в зависимости от вида удобрения. Как и на вспашке, максимальный эффект обеспечивало азотное комплексное минеральное удобрение Страда N, повышая этот показатель относительно варианта без внесения удобрений на 13,2%.

В более влажный 2021 г. степень интенсивности микробиологической активности почвы характеризовалась как слабая, средняя и сильная. При вспашке целлюлозоразлагающая активность почвы варьировала от 19,9 % на варианте без внесения удобрений до 70,2 % при совместном внесении Аммофоса и микробиологического удобрения Азофит. Внесение только Аммофоса без некорневой подкормки давало прибавку этого показателя на 5,6%. Некорневая подкормка удобрениями Азофит, Страда N и Микроэл без Аммофоса также обеспечивала повышение целлюлозоразлагающей активности почвы на 25,5 %; 12,6 и 3,5 % соответственно по вариантам опыта (таблица 15, приложение 3).

Таблица 14 - Изменение целлюлозоразлагающей активности почвы в 2020 г.

Вариант опыта		Степень разложения льняной ткани, %	Интенсивность микробиологической активности почвы
Фактор А	Фактор В		
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	9,5	Очень слабая
	Азофит	16,5	Слабая
	Страда N	20,1	Слабая
	Микроэл	12,4	Слабая
	Аммофос	14,3	Слабая
	Азофит + Аммофос	19,5	Слабая
	Страда N + Аммофос	23,4	Слабая
	Микроэл + Аммофос	18,3	Слабая
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	5,3	Очень слабая
	Азофит	8,5	Очень слабая
	Страда N	12,3	Слабая
	Микроэл	6,4	Очень слабая
	Аммофос	7,1	Очень слабая
	Азофит + Аммофос	15,4	Слабая
	Страда N + Аммофос	18,5	Слабая
	Микроэл + Аммофос	11,3	Слабая

Среднее по фактору А

А₁ – 16,76; А₂ – 10,61

Среднее по фактору В

В₁ – 7,42; В₂ – 12,52; В₃ – 16,18; В₄ – 9,42; В₅ – 10,72; В₆ – 17,45; В₇ – 20,98; В₈ – 14,80НСР₀₅ для част. средних

0,320

НСР₀₅ по фактору А

0,113

НСР₀₅ по фактору В

0,226

НСР₀₅ по фактору АВ

0,320

Таблица 15 - Изменение целлюлозоразлагающей активности почвы в 2021 г.

Вариант опыта		Степень разложения льняной ткани, %	Интенсивность микробиологической активности почвы
Фактор А	Фактор В		
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	19,9	Слабая
	Азофит	45,4	Средняя
	Страда N	32,5	Средняя
	Микроэл	23,4	Слабая
	Аммофос	25,5	Слабая
	Азофит + Аммофос	70,2	Сильная
	Страда N + Аммофос	63,6	Сильная
	Микроэл + Аммофос	50,3	Сильная
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	15,4	Слабая
	Азофит	30,4	Средняя
	Страда N	23,8	Слабая
	Микроэл	18,4	Слабая
	Аммофос	21,3	Слабая
	Азофит + Аммофос	41,2	Средняя
	Страда N + Аммофос	35,4	Средняя
	Микроэл + Аммофос	29,3	Слабая

Среднее по фактору А

A₁ – 41,35; A₂ – 26,90

Среднее по фактору В

B₁ – 17,65; B₂ – 37,92; B₃ – 28,15; B₄ – 20,88;
B₅ – 23,38; B₆ – 55,70; B₇ – 49,52; B₈ – 39,80НСР₀₅ для част. средних

0,438

НСР₀₅ по фактору А

0,155

НСР₀₅ по фактору В

0,309

НСР₀₅ по фактору АВ

0,438

Максимальный эффект был получен при совместном внесении минеральных удобрений и двукратной некорневой подкормки растений микробиологическим и жидкими комплексными минеральными удобрениями, когда степень целлюлозоразлагающей активности почвы варьировала от 50,3 до 70,2 %. В отличие от сухого 2020 г., самая высокая эффективность относительно варианта без внесения удобрений при отвальной обработке почвы была на варианте с применением микробиологического удобрения Азофит на фоне внесения минерального удобрения Аммофос – 70,2 %, где интенсивность микробиологической активности почвы характеризовалась как сильная. Следует отметить, что и без внесения Аммофоса его действие на биологическую активность почвы было наибольшим по сравнению с применением Азофита и Микроэла.

На минимальной обработке почвы целлюлозоразлагающая активность почвы изменялась от 15,4 на варианте без внесения удобрений до 41,2 % при совместном использовании Аммофоса и Азофита, а интенсивность микробиологической активности почвы характеризовалась как слабая и средняя. Тем не менее, целлюлозоразлагающая активность почвы имела тенденцию к повышению под действием минеральных гранулированных удобрений (Аммофос). При внесении только Аммофоса этот показатель увеличивался до 21,3% (на 5,9 %). Применение микробиологического и жидких комплексных удобрений также повышало изучаемый показатель до 30,4; 23,8 и 18,4 % соответственно при внесении Азофита, Страда N и Микроэла без минерального удобрения. На фоне минерального удобрения Аммофос микробиологическое и жидкие комплексные удобрения обеспечивали повышение этого показателя до 29,3 % при внесении Микроэла, до 35,4 % при внесении Страда N, до 41,2 % при внесении Азофита. Как и на отвальной обработке почвы, максимальный эффект обеспечивал Азофит, повышая этот показатель относительно варианта без применения Аммофоса на 25,8%.

В наиболее влажный из всех исследуемых 2022 г. степень интенсивности микробиологической активности почвы характеризовалась как слабая, средняя, сильная и очень сильная (таблица 16, приложение 4).

Таблица 16 - Изменение целлюлозоразлагающей активности почвы в 2022 г.

Вариант опыта		Степень разложения льняной ткани, %	Интенсивность микробиологической активности почвы
Фактор А	Фактор В		
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	25,1	Слабая
	Азофит	49,3	Средняя
	Страда N	39,4	Средняя
	Микроэл	32,2	Средняя
	Аммофос	35,6	Средняя
	Азофит + Аммофос	82,3	Очень сильная
	Страда N + Аммофос	75,2	Сильная
	Микроэл + Аммофос	60,2	Сильная
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	20,3	Слабая
	Азофит	47,4	Сильная
	Страда N	32,2	Сильная
	Микроэл	24,3	Средняя
	Аммофос	27,4	Средняя
	Азофит + Аммофос	59,6	Сильная
	Страда N + Аммофос	49,4	Сильная
	Микроэл + Аммофос	36,3	Средняя

Среднее по фактору А

А₁ – 49,90; А₂ – 37,12

Среднее по фактору В

В₁ – 22,72; В₂ – 48,35; В₃ – 35,78; В₄ – 28,27;В₅ – 31,47; В₆ – 70,93; В₇ – 62,32; В₈ – 48,25НСР₀₅ для част. средних

0,434

НСР₀₅ по фактору А

0,154

НСР₀₅ по фактору В

0,307

НСР₀₅ по фактору АВ

0,434

Причем слабой она была только на вариантах без внесения удобрений. На отвальной обработке почвы целлюлозоразлагающая активность почвы варьировала по вариантам опыта от 25,1 до 82,3 %. Внесение только Аммофоса без некорневой подкормки давало прибавку этого показателя на 10,5 %. Некорневая подкормка удобрениями микробиологическим и жидкими комплексными удобрениями повышала степень разложения льняной ткани до 32,2-49,3 %. Синергетический эффект от совместного применения минеральных и микробиологического удобрений повышал биологическую активность почвы по сравнению с вариантом без применения листовой обработки посевов. Так, степень целлюлозоразлагающей активности почвы варьировала от 60,2 до 82,3 %. Как и в 2021 г., самая высокая эффективность относительно варианта без внесения удобрений при отвальной обработке почвы была при совместном применении Аммофоса и микробиологического микроудобрения Азофит – 82,3 %, где интенсивность микробиологической активности почвы характеризовалась как очень сильная.

На минимальной обработке почвы целлюлозоразлагающая активность почвы варьировала от 20,3 до 59,6 % по вариантам опыта. Как и во все предыдущие годы исследований, этот показатель имел тенденцию к повышению под действием минеральных и микробиологического удобрений. При внесении только Аммофоса этот показатель увеличивался до 27,4% (на 7,1 %).

Применение Азофита, Страда N и Микроэла без минерального удобрения (Аммофос) повышало целлюлозоразлагающую активность почвы до 47,4; 32,2 и 24,3 % соответственно по вариантам опыта. На фоне внесения Аммофоса некорневая подкормка растений обеспечивала повышение этого показателя до 36,3 % (Микроэл), до 49,4 % (Страда N), до 59,6 % (Азофит). Как и на отвальной обработке почвы, максимальный эффект обеспечивал Азофит, повышая этот показатель относительно вариантам без внесения удобрений на 39,3%. Минимальный эффект, как на вспашке, так и на минимальной обработке почвы, отмечался от действия жидкого комплексного удобрения Микроэл, как в комплексе с Аммофосом, так и без него.

В среднем за три года исследований целлюлозоразлагающая активность повышалась в более обеспеченные осадками годы (таблица 17, приложение 5). Так, на вспашке в 2020 г. степень разложения целлюлозы по вариантам с некорневой подкормкой микробиологическими и комплексными 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.

По результатам трехлетних исследований установлено, что 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 г. целлюлозоразлагающая активность почвы на вспашке была выше, чем на минимальной обработке, на 4,2-8,0%; в 2021 г. – на 4,5 -29,0 %; в 2022 г. 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 способствует развитию аэробных микроорганизмов.

При отвальном способе обработки почвы в среднем за годы максимальный эффект отмечен при внесении минеральных удобрений и некорневой подкормки растений Азофитом – 57,3% (сильная степень разложения), самая низкая эффективность относительно варианта без внесения удобрений была на варианте с внесением жидкого комплексного удобрения Микроэл – 22,7 % (слабая степень).

Следует отметить, что в сухой 2020 год при отвальной обработке почвы максимальная эффективность была получена от действия азотного комплексного удобрения Страда N совместно с Аммофосом (23,4 %), в то время как в более влагообеспеченные 2021 и 2022 годы Азофит в комплексе с минеральным удобрением давал лучший результат (70,2 и 82,3 % соответственно по годам исследований).

Таблица 17 - Изменение целлюлозоразлагающей активности почвы за годы исследований в 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

$A_1 - 36,00; A_2 - 24,88$

Среднее по фактору В

$B_1 - 15,93; B_2 - 32,93; B_3 - 26,71; B_4 - 19,52;$
 $B_5 - 21,86; B_6 - 48,03; B_7 - 44,27; B_8 - 34,28$

НСР₀₅ для част. средних

6,339

НСР₀₅ по фактору А

2,241

НСР₀₅ по фактору В

4,482

НСР₀₅ по фактору АВ

6,339

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 %. Если брать отдельные годы исследований, то, как и на вспашке, в сухой год эффективнее оказалось действие страды N, а в более влажные годы Азофита.

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. Кроме того, при улучшении водного режима растений миграция бактерий от листа к корню усиливается. В то же время при низкой увлажненности внесенные бактерии имеют более низкую эффективность по сравнению с бактериями, заселяющими почву.

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.

4.2 Густота стояния и сохранность растений к уборке

Важнейшим фактором повышения урожайности зерна яровой твердой пшеницы является формирование оптимальной плотности посева в его агроценозах, то есть необходимого количества растений на единицу площади.

Густота растений является единственным элементом продуктивности сельскохозяйственных культур, формирующимся с начала роста и развития растения и до его уборки. Основой формирования густоты стояния растений является полевая всхожесть семян.

В 2020 г., по данным таблицы 18, на вспашке полевая всхожесть семян колебалась от 86,7 % на варианте без внесения удобрений до 90,7 % по вариантам

опыта. Полевая всхожесть по вариантам с внесением минеральных и микробиологического удобрений колебалась незначительно.

Таблица 18 - Густота стояния и сохранность растений яровой пшеницы к уборке в 2020 г.

Вариант опыта		Густота всходов, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Количество сохранившихся растений к уборке, шт./м ²	Сохранность, %
Фактор А	Фактор В				
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	390,0	86,7	245	62,8
	Азофит	388,0	86,2	252	64,9
	Страда N	392,0	87,1	260	66,3
	Микроэл	390,0	86,7	257	65,9
	Аммофос	405,0	90,0	263	64,9
	Азофит + Аммофос	406,0	90,2	282	69,5
	Страда N + Аммофос	404,0	89,8	286	70,8
	Микроэл + Аммофос	408,0	90,7	287	70,3
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	380,0	84,4	225	59,2
	Азофит	379,0	84,2	230	60,7
	Страда N	381,0	84,7	238	62,5
	Микроэл	380,0	84,4	234	61,6
	Аммофос	395,0	87,8	236	59,7
	Азофит + Аммофос	393,0	87,3	243	61,8
	Страда N + Аммофос	396,0	88,0	252	63,6
	Микроэл + Аммофос	395,0	87,8	249	63,0

Это связано с тем, что на полевую всхожесть влияли различные способы обработки почвы и предпосевное внесение Аммофоса, в то время как остальные минеральные и микробиологическое удобрения применялись в фазы кущения и колошения и не оказывали влияния на динамику анализируемого показателя.

На вспашке при предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 90,2%. На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 86,7%. Разница с вариантом без внесения удобрений и вариантом с предпосевным внесением гранулированного минерального удобрения составляла 3,5 %.

На минимальной обработке почвы полевая всхожесть семян была ниже по сравнению с отвальной, изменяясь от 84,4 до 88,0 %. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 87,8%. На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 84,4%. Разница между вариантами с внесением гранулированных минеральных удобрений и вариантом без внесения удобрений составляла 3,4 %.

Различие по среднему значению всхожести между вариантами по различным обработкам почвы была на уровне 2,3%

Густота всходов на вспашке изменялась от 390,0 до 408,0 шт./м². При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 405,8 шт./м². На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 390,0 шт./м². На минимальной обработке почвы густота всходов была ниже, составляя 380,0-396,0 шт./м² по вариантам опыта. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 394,8 шт./м². На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 380,0 шт./м².

При отвальной обработке почвы количество растений перед уборкой варьировало от 245 шт./м² на варианте без внесения удобрений до 287 шт./м² при foliarной подкормке жидким минеральным удобрением Микроэл на фоне внесения минерального удобрения Аммофос. Это значение было максимальным из

всех изучаемых вариантов. Минимальную прибавку числа растений перед уборкой по сравнению вариантом без внесения удобрений отмечали при применении Азофита в качестве листовой обработки растений яровой пшеницы: 252,0 шт./м², где разница с вариантом без внесения удобрений составляла 7,0 шт./м², или 2,85 %. Аммофос усиливал действие минеральных и микробиологического удобрений, что обеспечивало прибавку анализируемого показателя до 282,0-287,0 шт./м².

Сохранность растений варьировала от 62,8 % на варианте без внесения удобрений до 70,8 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке растений жидким минеральным удобрением Страда N, практически такое же значение сохранности растений наблюдалось на варианте с применением комплексного минерального удобрения Микроэл совместно с Аммофосом – 70,3 %. Внесение только Аммофоса, а также внесение Азофита давали минимальную прибавку относительно варианта без внесения удобрений: всего 2,1 %, повышая анализируемый показатель до 64,9 %.

При минимальной обработке почвы количество растений перед уборкой варьировало от 225 шт./м² на варианте без внесения удобрений до 252 шт./м² при фолиарной подкормке жидким минеральным удобрением Страда N на фоне внесения минерального удобрения Аммофос. Это значение было максимальным из всех изучаемых вариантов. Минимальную прибавку числа растений перед уборкой отмечали на варианте с применением Азофита в качестве листовой обработки растений яровой пшеницы: до 230,0 шт./м², где разница с вариантом без внесения удобрений составляла 5,0 шт./м², или 2,22 %. Аммофос усиливал действие минеральных и микробиологических удобрений, что обеспечивало прибавку анализируемого показателя до 243,0-252,0 шт./м².

Сохранность растений варьировала от 59,2 % на варианте без внесения удобрений до 63,6 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке растений жидким минеральным удобрением Страда N. Внесение Азофита в качестве листовой подкормки без предпосевного внесения Аммофоса давало

минимальную прибавку относительно варианта без внесения удобрений: всего 1,5 %, повышая анализируемый показатель до 60,7 %.

В 2021 г., по данным таблицы 19, на вспашке полевая всхожесть семян была выше по сравнению с предыдущим годом, она колебалась от 89,1 % на варианте без внесения удобрений до 92,4 % по вариантам опыта. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 92,1%. На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 89,2%.

На минимальной обработке почвы полевая всхожесть семян была ниже по сравнению с отвальной, изменяясь от 84,9 до 87,1 %. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 87,7%. На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 85,1%.

Густота всходов на вспашке изменялась от 401,0 до 416,0 шт./м². При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 405,8 шт./м². На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 390,0 шт./м². На минимальной обработке почвы густота всходов была ниже, составляя 380,0-396,0 шт./м² по вариантам опыта. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 390,0 шт./м². На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 382,8 шт./м².

При отвальной обработке почвы количество растений перед уборкой варьировало от 278,0 шт./м² на варианте без внесения удобрений до 309,0 шт./м² при фолиарной подкормке жидким минеральным удобрением Страда N на фоне внесения гранулированного минерального удобрения Аммофос. Это значение было максимальным из всех изучаемых вариантов.

Таблица 19 - Густота стояния и сохранность растений яровой пшеницы к уборке в 2021 г.

Вариант опыта		Густота всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество сохранившихся растений к уборке, шт./м ²	Сохранность, %
Фактор А	Фактор В				
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	401,0	89,1	278	69,3
	Азофит	402,0	89,3	286	71,1
	Страда N	400,0	88,9	282	70,5
	Микроэл	403,0	89,6	280	69,5
	Аммофос	415,0	92,2	296	71,3
	Азофит + Аммофос	416,0	92,4	307	73,8
	Страда N + Аммофос	412,0	91,6	309	75,0
	Микроэл + Аммофос	415,0	92,2	302	72,8
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	382,0	84,9	244	63,9
	Азофит	381,0	84,7	250	65,6
	Страда N	383,0	85,1	248	64,8
	Микроэл	385,0	85,6	247	64,2
	Аммофос	390,0	86,7	255	65,4
	Азофит + Аммофос	392,0	87,1	269	68,6
	Страда N + Аммофос	388,0	86,2	264	68,0
	Микроэл + Аммофос	390,0	86,7	262	67,2

Минимальную прибавку числа растений перед уборкой отмечали на варианте с применением Микроэла в качестве листовой обработки растений яровой

пшеницы: 280,0 шт./м², где разница с вариантом без внесения удобрений составляла 2,0 шт./м². Аммофос усиливал действие минеральных и микробиологических удобрений, что обеспечивало прибавку анализируемого показателя до 302,0-309,0 шт./м², или 8,63-11,11%. Сохранность растений варьировала от 69,3 % на варианте без внесения удобрений до 75,0 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке растений жидким минеральным удобрением Страда N. Внесение только Микроэла без предпосевого внесения Аммофоса давало минимальную прибавку относительно варианта без внесения удобрений: всего 0,2 %, повышая анализируемый показатель до 69,5 %.

При минимальной обработке почвы количество растений перед уборкой варьировало от 244,0 шт./м² на варианте без внесения удобрений до 269,0 шт./м² при фолиарной подкормке микробиологическим удобрением Азофит на фоне предпосевого внесения Аммофоса. Это значение было максимальным из всех изучаемых вариантов. Минимальную прибавку числа растений перед уборкой отмечали на варианте с применением Микроэла в качестве листовой обработки растений яровой пшеницы без предпосевого внесения Аммофоса: до 247,0 шт./м², где разница с вариантом без внесения удобрений составляла 3,0 шт./м². Аммофос усиливал действие минеральных и микробиологических удобрений, что обеспечивало прибавку анализируемого показателя до 262,0-269,0 шт./м².

Сохранность растений варьировала от 63,9 % на варианте без внесения удобрений до 68,6 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке растений жидким минеральным удобрением Азофит. Внесение Микроэла в качестве листовой подкормки без предпосевого внесения Аммофоса давало минимальную прибавку относительно варианта без внесения удобрений: всего 0,3 %, повышая анализируемый показатель до 64,2 %.

В 2022 г., по данным таблицы 20, на вспашке полевая всхожесть семян была выше по сравнению с 2020-2021 гг., она колебалась от 92,9 % на варианте без внесения удобрений до 94,7 % по вариантам опыта.

Таблица 20 - Густота стояния и сохранность растений яровой пшеницы к уборке в 2022 г.

Вариант опыта		Густота всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество сохранившихся растений к уборке, шт./м ²	Сохранность, %
Фактор А	Фактор В				
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	418,0	92,9	278	66,5
	Азофит	421,0	93,6	287	68,2
	Страда N	415,0	92,2	281	67,7
	Микроэл	419,0	93,1	274	66,7
	Аммофос	427,0	94,9	294	68,9
	Азофит + Аммофос	425,0	94,4	311	73,2
	Страда N + Аммофос	424,0	94,2	309	72,9
	Микроэл + Аммофос	426,0	94,7	306	71,8
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	394,0	87,6	251	63,7
	Азофит	395,0	87,8	257	65,1
	Страда N	392,0	87,1	254	64,8
	Микроэл	394,0	87,6	251	63,7
	Аммофос	403,0	89,6	265	65,8
	Азофит + Аммофос	404,0	89,8	274	67,8
	Страда N + Аммофос	405,0	90,0	271	66,9
	Микроэл + Аммофос	402,0	89,3	265	65,9

При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 94,1%. На вариантах без предпосевого внесения Аммофоса этот показатель равнялся 93,0%.

На минимальной обработке почвы полевая всхожесть семян была ниже по сравнению с отвальной, изменяясь от 87,6 до 90,0 % по вариантам опыта. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 89,7%. На вариантах без предпосевого внесения Аммофоса этот показатель равнялся 87,5%. Таким образом предпосевное внесение Аммофоса увеличивало всхожесть на 2,2 %.

Густота всходов на вспашке изменялась от 418,0 до 426,0 шт./м². При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 424,5 шт./м². На вариантах без предпосевого внесения Аммофоса этот показатель равнялся 418,2 шт./м². На минимальной обработке почвы густота всходов была ниже, составляя 394,0-405,0 шт./м² по вариантам опыта. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 403,5 шт./м². На вариантах без предпосевого внесения Аммофоса этот показатель равнялся 393,8 шт./м².

При отвальной обработке почвы количество растений перед уборкой изменялось от 278,0 шт./м² на варианте без внесения удобрений до 311,0 шт./м² при фолиарной подкормке жидким минеральным удобрением Страда N на фоне внесения минерального удобрения Аммофос. Это значение было максимальным из всех изучаемых вариантов. Минимальную прибавку числа растений перед уборкой отмечали на варианте с применением Микроэла в качестве листовой обработки растений яровой пшеницы: 281,0 шт./м², где разница с вариантом без внесения удобрений составляла 3,0 шт./м². Аммофос усиливал действие фолиарной подкормки, что обеспечивало прибавку анализируемого показателя до 306,0-311,0 шт./м², или 10,00-11,87%.

Сохранность растений варьировала от 66,5 % на варианте без внесения удобрений до 73,2 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке

растений микробиологическим удобрением Азофит. Внесение только Микроэла без предпосевного внесения Аммофоса давало минимальную прибавку относительно варианта без внесения удобрений: всего 1,1 %, повышая анализируемый показатель до 66,7 %.

При минимальной обработке почвы количество растений перед уборкой варьировало от 244,0 шт./м² на варианте без внесения удобрений до 269,0 шт./м² при фолиарной подкормке микробиологическим удобрением Азофит на фоне предпосевного внесения Аммофоса. Это значение было максимальным из всех изучаемых вариантов. Минимальную прибавку числа растений перед уборкой отмечали на варианте с применением Микроэла в качестве листовой обработки растений яровой пшеницы без предпосевного внесения Аммофоса: до 247,0 шт./м², где разница с вариантом без внесения удобрений составляла 3,0 шт./м². Аммофос усиливал действие удобрений, применяемых в качестве листовой подкормки, что обеспечивало прибавку анализируемого показателя до 262,0-269,0 шт./м².

Сохранность растений варьировала от 63,9 % на варианте без внесения удобрений до 68,6 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке растений жидким минеральным удобрением Азофит. Внесение Микроэла в качестве листовой подкормки без предпосевного внесения Аммофоса давало минимальную прибавку относительно варианта без внесения удобрений: всего 0,2 %, повышая анализируемый показатель до 66,7 %.

В среднем за три года исследований, на вспашке полевая всхожесть семян составляла 89,6 -92,6 % по вариантам опыта. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 92,3%. На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 89,7% (таблица 21, рисунок 5).

На минимальной обработке почвы полевая всхожесть семян была ниже по сравнению с отвальной, изменяясь от 85,7 до 88,1 % по вариантам опыта. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем

составила 88,1%. На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 85,7%.

Таблица 21 - Густота стояния и сохранность растений яровой пшеницы к уборке в среднем за три года исследований, 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Густота всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество сохранившихся растений к уборке, шт./м ²	Сохранность, %
Фактор А	Фактор В				
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	403,0	89,6	300,3	74,6
	Азофит	403,7	89,8	309,3	76,7
	Страда N	402,3	89,5	308,7	76,8
	Микроэл	404,0	89,8	304,0	75,3
	Аммофос	415,7	92,4	319,7	77,0
	Азофит + Аммофос	415,7	92,4	338,0	81,4
	Страда N + Аммофос	413,3	91,9	339,3	82,1
	Микроэл + Аммофос	416,3	92,6	336,3	80,8
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	385,3	85,7	270,7	70,3
	Азофит	385,4	85,6	276,7	71,9
	Страда N	385,3	85,7	278,0	72,2
	Микроэл	386,3	85,9	275,0	71,2
	Аммофос	396,0	88,0	284,0	71,8
	Азофит + Аммофос	396,3	88,1	295,0	74,5
	Страда N + Аммофос	396,3	88,1	296,0	74,7
	Микроэл + Аммофос	395,7	88,0	291,3	73,7

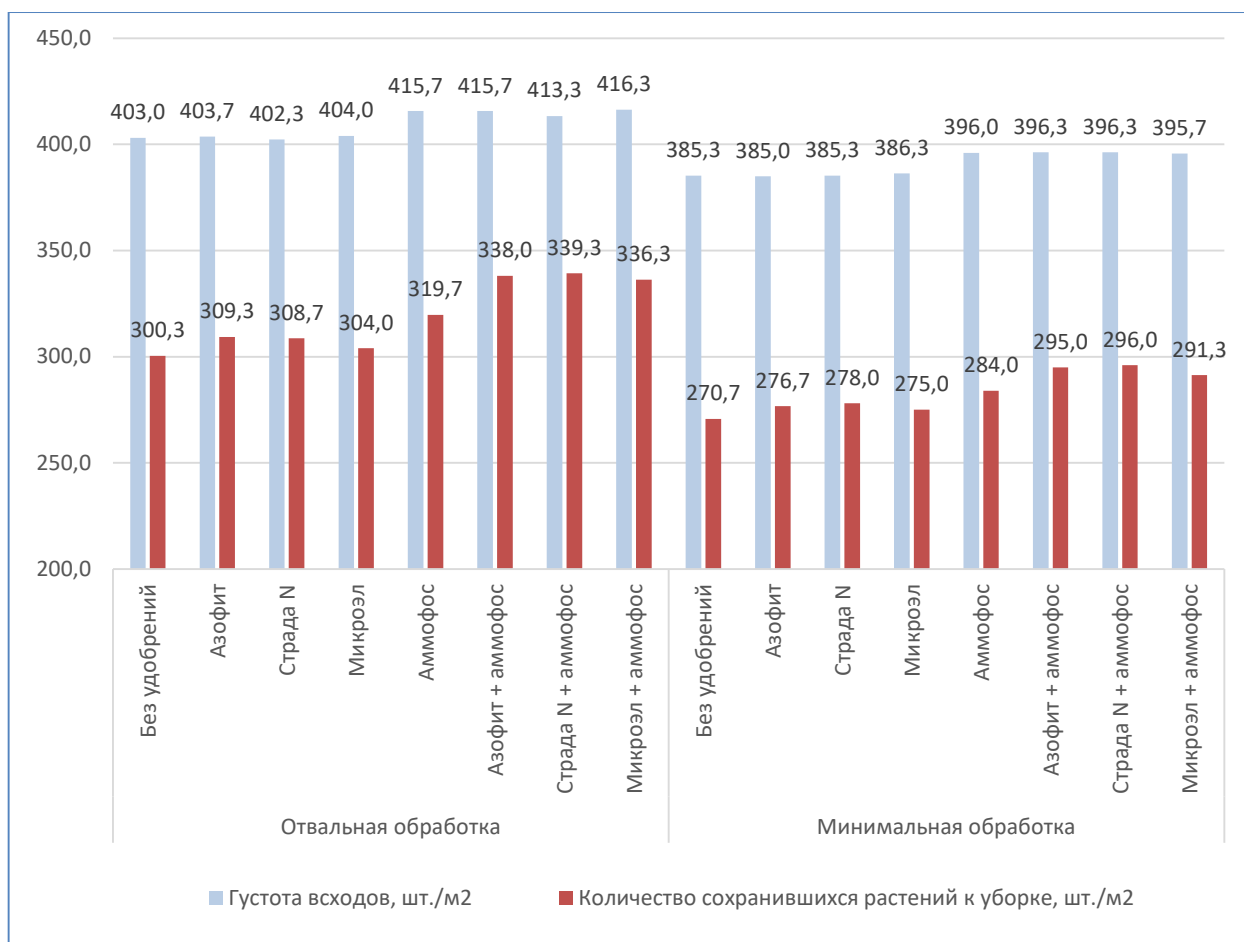


Рисунок 5 – Густота стояния и сохранность растений яровой пшеницы к уборке в среднем за три года исследований, 2020-2022 гг.

Густота всходов на вспашке изменялась от 403,0 до 416,3 шт./м². При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 415,2 шт./м². На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 403,2 шт./м². На минимальной обработке почвы густота всходов была ниже, составляя 385,3-396,3 шт./м² по вариантам опыта. При предпосевном внесении минеральных удобрений полевая всхожесть в среднем составила 396,1 шт./м². На вариантах без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель равнялся 385,6 шт./м².

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. Минимальную прибавку числа растений перед уборкой отмечали на варианте с применением Микроэла в качестве листовой обработки растений яровой пшеницы: до 304,0 шт./м², где разница с неудобренным вариантом составляла 3,7 шт./м². Аммофос усиливал действие минеральных и микробиологических удобрений, что обеспечивало прибавку анализируемого показателя до 336,3-339,3 шт./м².

Сохранность растений при вспашке варьировала от 74,6 % на контрольном варианте до 82,1 % при предпосевном внесении Аммофоса и листовой обработке растений микробиологическим удобрением Страда N. Внесение только Микроэла без предпосевного внесения Аммофоса давало минимальную прибавку относительно контроля среди всех изучаемых вариантов, она составляла менее 1%.

При минимальной обработке почвы количество растений перед уборкой варьировало от 270,7 шт./м² на варианте без внесения удобрений до 296,0 шт./м² при фолиарной подкормке жидким минеральным удобрением Страда N на фоне предпосевного внесения Аммофоса. Это значение было максимальным из всех изучаемых вариантов. Минимальную прибавку числа растений перед уборкой отмечали на варианте с применением Микроэла в качестве листовой обработки растений яровой пшеницы без предпосевного внесения Аммофоса: до 275,0 шт./м², где разница с неудобренным вариантом составляла 4,3 шт./м². Аммофос усиливал действие минеральных и микробиологических удобрений, используемых в качестве листовой подкормки, что обеспечивало прибавку анализируемого показателя до 291,3-296,0 шт./м².

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. Внесение Микроэла в качестве листовой подкормки без предпосевного внесения Аммофоса давало минимальную прибавку относительно неудобренного варианта по изучаемым вариантам. Сохранность на этом варианте составляла 71,2 % что превосходит вариант без внесения удобрений всего на 0,9%.

Статистическая обработка экспериментальных данных зависимости сохранности растений яровой твердой пшеницы к уборке от целлюлозолитической активности почвы показала высокую степень связи, коэффициент корреляции для был равен 0,866, коэффициент детерминации составил 0,750 (приложение 6). Линейное уравнение данных зависимостей имело следующий вид:

$$y = 0,2445x + 67,869 \text{ (рисунок 6).}$$

Таким образом из полученной линейной зависимости можно сделать вывод, что увеличение целлюлозолитической активности почвы на каждые 10% степени разложения льняной ткани дает увеличение сохранности растений к уборке на 2,43%.

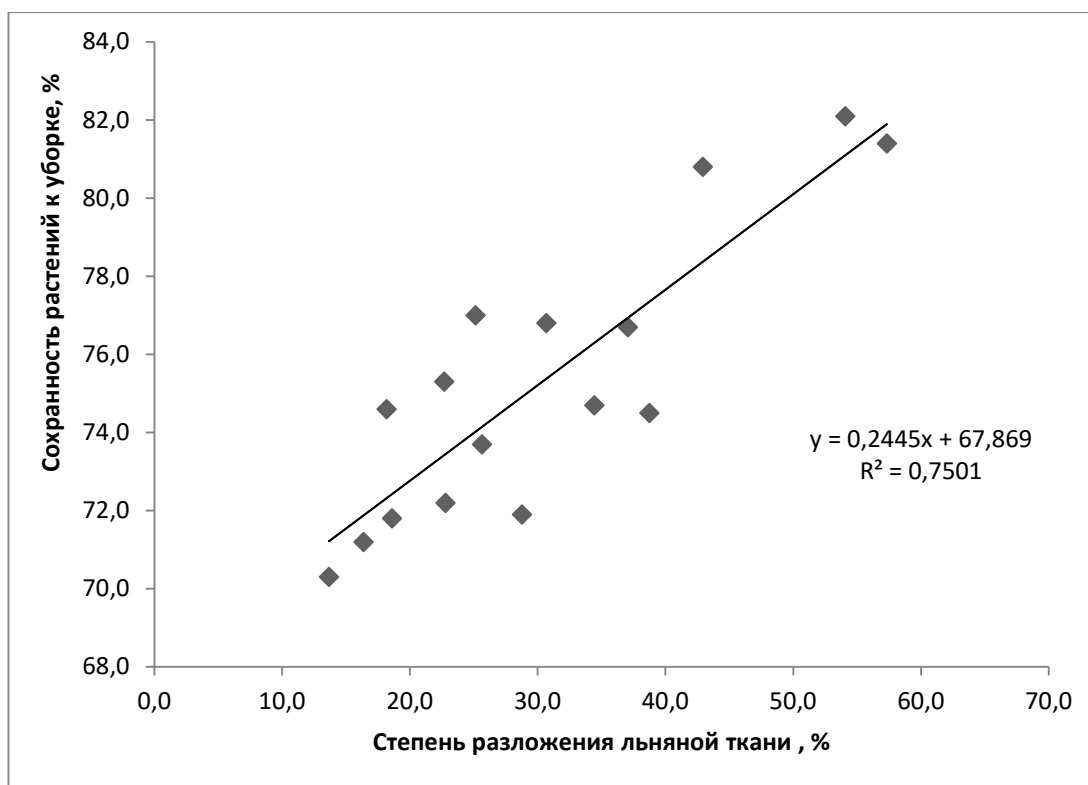


Рисунок 6 – Зависимость сохранности растений к уборке от целлюлозолитической активности почвы в среднем за три года, 2020-2022 гг.

Исходя из вышеизложенного, 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. Соответственно полевая всхожесть по этим вариантам составляла 86,8 и 91,0 % для минимальной обработки и вспашки соответственно, т.е. различие в способе основной обработки почвы давало различие по всхожести 4,2 %. Кроме того, на эти показатели влияло предпосевное внесение гранулированных минеральных удобрений. На варианте со вспашкой различие между вариантами с внесением Аммофоса и без него составляло 9,4 шт./м², на минимальной обработке эта разница была выше и составляла 10,6 шт./м². На вспашке всхожесть от данного агроприема увеличивалась на 2,6%, при минимальной обработке – на 2,4 %. Увеличение всхожести семян при предпосевном внесении удобрений объясняется улучшенным режимом азотного питания.

В наших опытах 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 в фазы кушения и колошения. 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.

Применение только листовых подкормок при отвальной обработке почвы повышало среднее по вариантам количество растений сохранившихся к уборке на 7,0 шт./м², или 2,3 % сохранности, при внесении Аммофоса этот показатель достигал 33 шт./м², или 5,7 % сохранности. При минимальной обработке различие с вариантом без внесения удобрений среднего значения сохранности растений к уборке по вариантам листовой обработке без предпосевного внесения Аммофоса

составило 1,4%, а вариантов с применением Аммофоса 3,4 %. Таким образом можно заключить, что более эффективным агроприемом в сохранении растений к уборке является обработка жидкими удобрениями на фоне предпосевного внесения гранулированного минерального удобрения и отвальной обработки почвы.

4.3 Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы

Структура урожая, включающая в себя такие показатели, как озерненность колоса, масса 1000 семян, масса зерна с 1 колоса, определяет биологическую характеристику сельскохозяйственных культур и дает возможность обосновать полученные результаты.

В 2020 г. на вспашке озерненность колоса изменялась от 9,5 до 11,0 шт. Максимальная прибавка была на варианте с совместным применением Аммофоса и жидкого минерального удобрения Страда N. Действие минеральных и микробиологических удобрений было практически идентичным, повышая анализируемый показатель до 10,0-10,5 шт. Добавление в схему опыта Аммофоса также не давало значительной разницы: озерненность колоса относительно варианта без внесения удобрений повышалась на 1,0-1,5 шт. (таблица 22).

Масса 1000 зерен колебалась от 24,9 г на варианте без внесения удобрений до 27,8 г на варианте с совместным применением Аммофоса и жидкого минерального удобрения Микроэл. Именно на этом варианте достигнута наибольшая масса 1000 зерен в проведенных опытах. Применение листовой обработки жидким удобрением Страда N совместно с предпосевным внесением Аммофоса показывало схожий результат, масса 1000 зерен составляла 27,0 г. При внесении только Аммофоса прибавка относительно варианта без внесения удобрений была незначительной – 0,2 г. При внесении жидких минеральных и микробиологических удобрений масса 1000 зерен составляла 25,5; 26,0 и 26,3 г соответственно при внесении Азофита, Микроэла и Страда N. Комбинированное действие Аммофоса и анализируемых удобрений обеспечивало прибавку до 26,3-27,8 г.

Масса зерна с колоса составляла 0,24-0,30 г. Действие минеральных и микробиологических удобрений изменяло этот показатель на 0,02-0,04 г. Однако их действие в сочетании с Аммофосом обеспечивало повышение массы зерна с 1 колоса до 0,28-0,30 г. Максимальная прибавка относительно варианта без внесения удобрений наблюдалась на варианте совместного применения Аммофоса и Страда N – 0,30 г.

Таблица 22 – Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы в 2020 г.

Вариант опыта		Озерненность колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
Фактор А	Фактор В			
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	9,5	24,9	0,24
	Азофит	10,0	25,5	0,26
	Страда N	10,5	26,3	0,28
	Микроэл	10,0	26,0	0,26
	Аммофос	10,0	25,1	0,25
	Азофит + Аммофос	10,5	26,3	0,28
	Страда N + Аммофос	11,0	27,0	0,30
	Микроэл + Аммофос	10,5	27,8	0,29
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	8,0	23,0	0,18
	Азофит	9,0	23,8	0,21
	Страда N	9,5	24,8	0,24
	Микроэл	9,5	24,3	0,23
	Аммофос	9,0	24,0	0,21
	Азофит + Аммофос	9,0	24,7	0,22
	Страда N + Аммофос	9,5	25,5	0,24
	Микроэл + Аммофос	9,0	25,0	0,23

При минимальной обработке почвы озерненность колоса изменялась от 8,0 до 9,5 шт., что ниже значений при отвальной обработке на 1,5 шт. Применение минеральных и микробиологических удобрений как по отдельности, так и в сочетании, не давало значительного повышения данного показателя. Более того следует отметить, что различия между применяемыми удобрениями практически не наблюдалось: всего 0,5 шт. По всем вариантам опыта прибавка относительно варианта без внесения удобрений составляла 1,0-1,5 шт.

Масса 1000 зерен колебалась от 23,0 г на варианте без внесения удобрений до 25,5 г на варианте с совместным применением Аммофоса и жидкого минерального удобрения Страда N. При внесении только Аммофоса прибавка относительно варианта без внесения удобрений была незначительной 1,0 г, повышая этот показатель до 24,0 г. При внесении жидких минеральных и микробиологических удобрений масса 1000 зерен составляла 23,8; 24,3 и 24,8 г соответственно при внесении Азофита, Микроэла и Страда N. Комбинированное действие Аммофоса и анализируемых удобрений обеспечивало прибавку до 24,7-25,5 г. Наибольшая масса 1000 зерен наблюдалась на вариантах с фоновым внесением Аммофоса и удобрений Микроэл и Страда N (25,0 и 25,5 г соответственно).

Масса зерна с колоса составляла 0,18-0,24 г. Действие только фолиарной обработки посевов изменяло этот показатель на 0,03-0,06 г. Однако ее комбинация с предпосевным внесением Аммофосом обеспечивала повышение массы зерна с 1 колоса до 0,22-0,24 г. В то же время значительной разницы в действии анализируемых минеральных и микробиологических удобрений не было. Максимальная прибавка относительно варианта без внесения удобрений составляла была при внесении Аммофоса и листовой подкормке жидким минеральным удобрением Страда N, на этом варианте масса зерна с одного колоса составляла 0,24 г.

В более влажном 2021 г. на вспашке озерненность колоса изменялась от 17,0 до 20,0 шт. Максимальная прибавка была на варианте с совместным применением Аммофоса и жидкого минерального удобрения Страда N. При внесении только

Аммофоса анализируемый показатель повысился до 17,5 шт. Действие минеральных и микробиологических удобрений было идентичным, повышая анализируемый показатель до 18,0 шт. Добавление в схему опыта Аммофоса усиливало действие минеральных и микробиологических удобрений: озерненность колоса относительно варианта без внесения удобрений повышалась на 1,5-3,0 шт., или на 8,82-17,6% (таблица 23).

Таблица 23 – Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы в 2021 г.

Вариант опыта		Озерненность колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
Фактор А	Фактор В			
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	17,0	30,5	0,52
	Азофит	18,0	31,6	0,57
	Страда N	18,0	31,4	0,57
	Микроэл	18,0	31,0	0,56
	Аммофос	17,5	32,0	0,56
	Азофит + Аммофос	19,0	32,5	0,62
	Страда N + Аммофос	20,0	33,0	0,66
	Микроэл + Аммофос	18,5	32,0	0,59
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	16,0	28,8	0,46
	Азофит	17,5	30,0	0,53
	Страда N	17,5	30,9	0,54
	Микроэл	17,5	29,6	0,52
	Аммофос	18,0	31,0	0,56
	Азофит + Аммофос	19,5	32,0	0,62
	Страда N + Аммофос	19,0	31,6	0,60
	Микроэл + Аммофос	19,0	31,5	0,60

Масса 1000 зерен также была выше по сравнению с предыдущим годом; она колебалась от 30,5 г на варианте без внесения удобрений до 33,0 г на варианте с совместным применением Аммофоса и жидкого минерального удобрения Страда N. При внесении только Аммофоса прибавка относительно варианта без внесения удобрений была незначительной 1,5 г, этот показатель составил 32,0 г. Различие между вариантами листовой подкормки исследуемыми жидкими удобрениями было незначительным.

При внесении жидких минеральных и микробиологических удобрений масса 1000 зерен составляла 31,0; 31,4 и 31,6 г соответственно при внесении Микроэла, Страда N и Азофита. Комбинированное действие Аммофоса и анализируемых удобрений обеспечивало прибавку этого показателя до 32,0-33,0 г, или 4,91-8,19 %, наибольшей она была при использовании жидкого минерального удобрения Страда N.

Масса зерна с одного колоса составляла 0,52-0,66 г. Под действием минеральных и микробиологических удобрений этот показатель повышался на 0,04-0,05 г по сравнению с вариантом без внесения удобрений. Значительных различий в их действии не наблюдалось. Однако их совместное действие в комбинации с Аммофосом обеспечивало повышение массы зерна с 1 колоса до 0,56-0,66 г, т.е. Аммофос усиливал действие анализируемых препаратов, повышая их эффективность. Наибольший эффект наблюдался на варианте с применением Аммофоса и микробиологического удобрения Азофит.

На минимальной обработке почвы озерненность колоса изменялась от 16,0 до 19,5 шт. Действие минеральных и микробиологических удобрений было идентичным, обеспечивая прибавку до 17,5 г. При внесении только Аммофоса озерненность колоса повысилась до 18 шт. На фоне предпосевного внесения Аммофоса действие жидких минеральных удобрений Страда N и Микроэл на озерненность колоса не имело различий. На обоих вариантах озерненность колоса увеличилась до 19,0 шт. При применении Аммофоса и фоллиарной обработке

растений яровой твердой пшеницы микробиологическим удобрением Азофит этот показатель повысился до 19,5 шт.

Масса 1000 зерен колебалась от 28,8 г на варианте без внесения удобрений до 32,0 г на варианте с совместным применением Аммофоса и микробиологического удобрения Азофит. При листовой обработке Микроэлом без предпосевного внесения Аммофоса прибавка относительно варианта без внесения удобрений была минимальной и составляла 0,8 г, повышая этот показатель до 29,6 г. Комбинированное действие Аммофоса и анализируемых минеральных и микробиологических удобрений обеспечивало прибавку до 31,5-32,0 г. Максимальная прибавка относительно неудобренного варианта составляла 11,11% (вариант «Азофит + Аммофос»).

Масса зерна с колоса составляла 0,46-0,62 г. Действие жидких удобрений изменяло этот показатель на 0,06-0,08 г. Однако их комбинация с Аммофосом обеспечивала повышение массы зерна с 1 колоса до 0,60-0,62 г. В то же время значительной разницы в действии анализируемых жидких минеральных удобрений не было. Максимальная прибавка относительно контроля составляла 0,16 г и была на варианте с внесением Аммофоса и листовой подкормкой микробиологическим удобрением Азофит в фазы кущения и колошения.

В 2022 г. на вспашке озерненность колоса была выше по сравнению с двумя предыдущими годами исследований, она изменялась от 19,0 до 23,0 шт. Максимальная значение данного показателя было на варианте с совместным применением Аммофоса и микробиологического удобрения Азофит, вносимого в качестве листовой подкормки в фазы кущения и колошения. При внесении только Аммофоса анализируемый показатель повышался до 20,5 шт., как и при применении только Азофита. Действие страды N и Микроэла было идентичным, в результате листовой подкормки растений яровой твердой пшеницы этими жидкими удобрениями анализируемый показатель повышался до 20,5 шт. Предпосевное внесение Аммофоса усиливало действие листовой подкормки жидкими

удобрениями: озерненность колоса относительно варианта без внесения удобрений повышалась на 3,5-4,0 шт., или на 18,42-21,05% (таблица 24).

Таблица 24 – Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы в 2022 г.

Вариант опыта		Озерненность колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
Фактор А	Фактор В			
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	19,0	31,5	0,60
	Азофит	20,5	32,7	0,67
	Страда N	19,5	32,3	0,63
	Микроэл	19,5	32,0	0,62
	Аммофос	20,5	32,5	0,67
	Азофит + Аммофос	23,0	34,2	0,79
	Страда N + Аммофос	22,5	33,6	0,76
	Микроэл + Аммофос	22,5	33,0	0,74
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	19,0	30,5	0,58
	Азофит	20,0	31,7	0,63
	Страда N	19,5	31,3	0,61
	Микроэл	19,5	31,0	0,60
	Аммофос	20,0	31,9	0,64
	Азофит + Аммофос	21,5	32,8	0,71
	Страда N + Аммофос	21,5	32,4	0,70
	Микроэл + Аммофос	21,5	32,3	0,69

Масса 1000 зерен также была выше относительно двух предыдущих лет исследований; она колебалась от 31,5 г на варианте без внесения удобрений до

34,2 г на варианте с совместным применением Аммофоса и микробиологического удобрения Азофит. При внесении жидких минеральных и микробиологических удобрений масса 1000 зерен составляла 32,0; 32,3 и 32,7 г соответственно при внесении Микроэла, страды N и Азофита. Комбинированное действие Аммофоса и анализируемых удобрений обеспечивало прибавку этого показателя до 33,0-34,2 г, или 4,76-8,57 %.

Масса зерна с колоса в проведенных исследованиях составляла 0,60-0,79 г. Под действием жидких удобрений этот показатель повышался до 0,62-0,67 г. Действие страды N и Микроэла было практически идентичным, в результате листовой подкормки растений яровой твердой пшеницы этими удобрениями анализируемый показатель повышался до 0,62-0,63 г. Однако их действие в сочетании с Аммофосом обеспечивало повышение массы зерна с 1 колоса до 0,69-0,71 г, т.е. Аммофос усиливал действие анализируемых препаратов, повышая их эффективность. Наибольшая прибавка как на фоне внесения Аммофоса, так и без него наблюдалась при листовой обработке посевов микробиологическим удобрением Азофит, различие с вариантом без внесения удобрений на этих вариантах составляло 5,0 и 31,6 %.

На минимальной обработке почвы озерненность колоса изменялась от 19,0 до 21,5 шт. При добавлении в схему опыта минерального гранулированного удобрения Аммофос действие жидких минеральных и микробиологических удобрений было идентичным, обеспечивая прибавку до 21,5 г, или на 13,15 %.

Масса 1000 зерен колебалась от 30,5 г на варианте без внесения удобрений до 32,8 г на варианте с совместным применением Аммофоса и микробиологического удобрения Азофит. При листовой обработке Микроэлом без предпосевного внесения Аммофоса прибавка относительно контроля была минимальной и составляла 0,5 г, повышая этот показатель до 31,0 г. Комбинированное действие Аммофоса и жидких комплексных минеральных и микробиологических удобрений обеспечивало прибавку до 32,3-32,8 г. Максимальная прибавка относительно неудобренного

варианта составляла 7,54% при совместном применении гранулированного минерального удобрения и Азофита.

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 фоллиарной обработки растений яровой пшеницы, наблюдался на варианте с использованием удобрения Микроэл, на этом варианте озерненность колоса равнялась 15,8 шт. При применении только Аммофоса, страды N и Азофита значительной динамики изменения показателя не вызывали: 16,0; 16,0 и 16,2 шт. соответственно по вариантам опыта. 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% (таблица 25, рисунок 7).

Масса 1000 зерен колебалась от 29,0 г на варианте без внесения удобрений до 31,2 г на варианте с совместным применением Аммофоса и жидкого минерального удобрения Страда N. При внесении гранулированного минерального удобрения Аммофос прибавка относительно неудобренного варианта была незначительной - 0,6 г, этот показатель повышался до 29,9 г. При внесении жидких минеральных и микробиологических удобрений масса 1000 зерен составляла 29,7; 29,9 и 30,0 г соответственно при внесении Микроэла, Азофита и страды N. 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.

Таблица 25 – Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы в среднем в 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Озерненность колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
Фактор А	Фактор В			
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	15,2	29,0	0,45
	Азофит	16,2	29,9	0,50
	Страда N	16,0	30,0	0,49
	Микроэл	15,8	29,7	0,48
	Аммофос	16,0	29,9	0,49
	Азофит + Аммофос	17,5	31,0	0,56
	Страда N + Аммофос	17,8	31,2	0,57
	Микроэл + Аммофос	17,2	30,9	0,54
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	14,3	27,4	0,41
	Азофит	15,5	28,5	0,46
	Страда N	15,5	29,0	0,46
	Микроэл	15,5	28,3	0,45
	Аммофос	15,7	29,0	0,47
	Азофит + Аммофос	16,7	29,8	0,52
	Страда N + Аммофос	16,7	29,8	0,51
	Микроэл + Аммофос	16,5	29,6	0,50

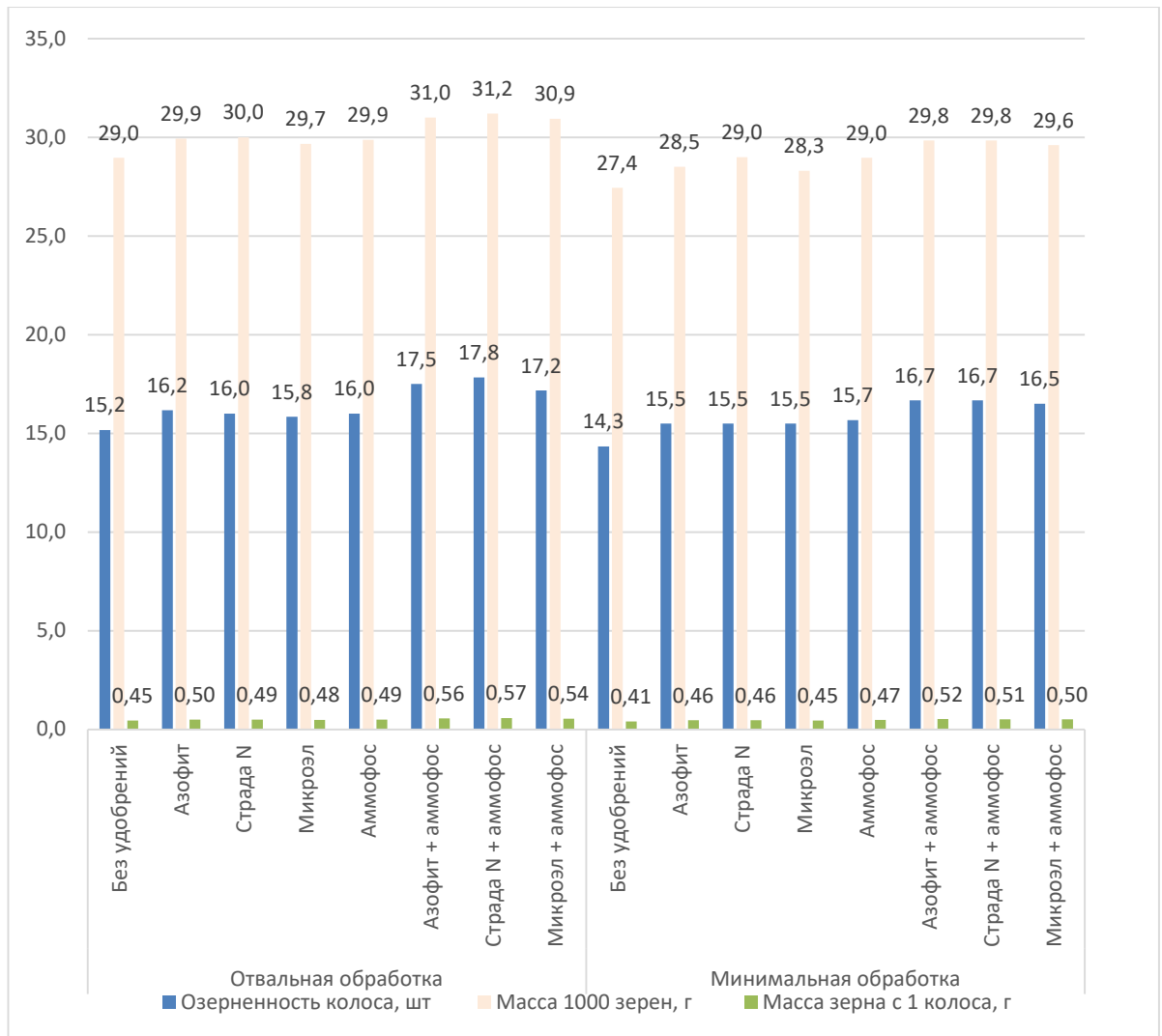


Рисунок 7 – Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы в среднем в 2020-2022 гг.

Масса зерна с колоса варировала 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. Их 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. Применение гранулированного минерального удобрения повышало этот показатель на 1,2 шт. по сравнению с вариантом без внесения

удобрений. 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. Аналогичное значение показателя было на варианте с обработкой растений жидким комплексным минеральным удобрением Страда N. 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 кущения и колошения.

В результате статистической обработки экспериментальных данных была выявлена зависимость массы 1000 зерен яровой твердой пшеницы от целлюлозолитической активности почвы. Была обнаружена высокая степень связи двух этих показателей (коэффициент корреляции - 0,871, коэффициент

детерминации составил 0,758, приложение 7). Уравнение зависимостей показателей имело линейный вид:

$$y = 0,0684x + 27,482 \text{ (рисунок 8).}$$

Анализируя полученную линейную зависимость, можно сделать вывод, что увеличение целлюлозолитической активности почвы на каждые 10% степени разложения льняной ткани дает увеличение массы 1000 зерен на 0,68 г.

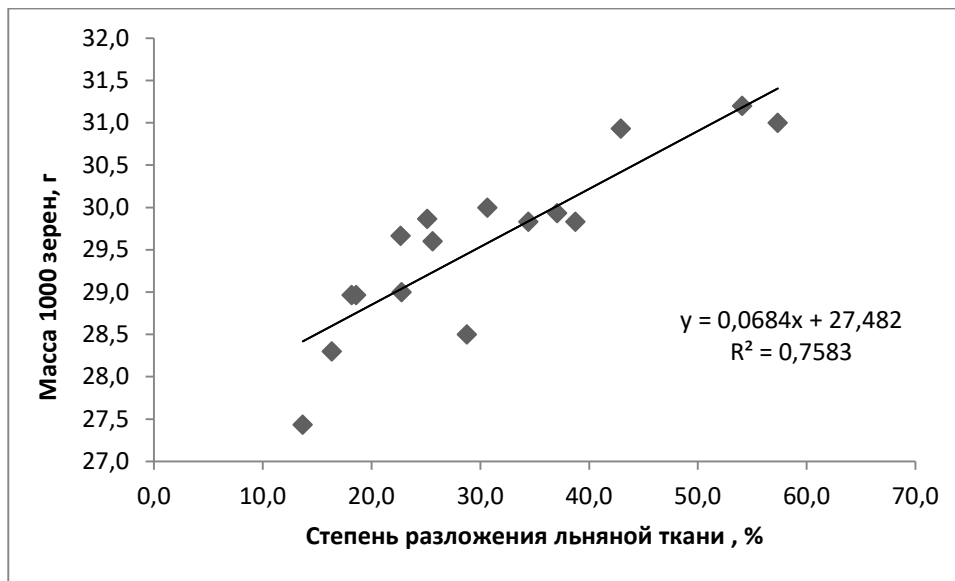


Рисунок 8 – Зависимость массы 1000 зерен от целлюлозолитической активности почвы в среднем за три года, 2020-2022 гг.

Таким образом, озерненность колоса, масса 1000 зерен и масса зерна с одного колоса были выше на вариантах с отвальной обработкой почвы. 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.

Наиболее эффективными в повышении показателей структуры урожая зерна яровой твердой пшеницы как на вспашке, так и при минимальной 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.

4.4 Урожайность зерна яровой твердой пшеницы

Одним из факторов, снижающих урожайность сельскохозяйственных культур, помимо снижения плодородия является абиотический стресс, вызванный погодными условиями. Особенно заметно влияние такого рода стресса в условиях засушливого Поволжья, где проводились исследования.

Падение плодородия почвы компенсируется в первую очередь применением минеральных удобрений, улучшающих пищевой режим растений и устраняющих дефицит в почве основных элементов питания.

Применение антистрессовых препаратов обуславливает снижение стресса при возделывании сельскохозяйственных культур. К таким препаратам относятся минеральные, микробиологические удобрения и т.д.

В засушливом 2020 г. на вспашке максимальную прибавку урожайности по сравнению с вариантом без внесения удобрений (0,60 т/га) давало совместное применение гранулированного минерального и жидкого азотного комплексного минерального удобрений, урожайность на этом варианте составляла 0,80 т/га, что было выше варианта без внесения удобрений на 0,20 т/га, или на 33,33 %. Наименее эффективным оказалось применение минерального удобрения Аммофос, который вносили в предпосевную культивацию в дозе 60 кг/га в физическом весе. На этом варианте урожайность зерна яровой твердой пшеницы составила 0,65 т/га, что было выше неудобренного варианта всего на 0,05 т/га, или на 8,33 %. При внесении жидких комплексных минеральных и микробиологических удобрений без Аммофоса при отвальной обработке почвы урожайность изменялась от 0,68 до 0,73 т/га, относительно варианта без внесения удобрений прибавка составляла 0,08-0,3 т/га (таблица 26, приложение 8).

Таблица 26 – Урожайность зерна яровой твердой пшеницы в 2020 г., т/га

Вариант опыта		Урожайность	Прибавка к контролю	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	0,60	-	-
	Азофит	0,68	0,08	13,33
	Страда N	0,73	0,13	21,67
	Микроэл	0,70	0,10	16,67
	Аммофос	0,65	0,05	8,33
	Азофит + Аммофос	0,75	0,15	25,00
	Страда N + Аммофос	0,80	0,20	33,33
	Микроэл + Аммофос	0,78	0,18	30,00
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	0,45	-	-
	Азофит	0,49	0,04	8,89
	Страда N	0,55	0,10	22,22
	Микроэл	0,53	0,08	17,78
	Аммофос	0,48	0,03	6,67
	Азофит + Аммофос	0,56	0,11	24,44
	Страда N + Аммофос	0,64	0,19	42,22
	Микроэл + Аммофос	0,61	0,16	35,56

Среднее по фактору А

А₁ - 0,71; А₂ - 0,54

Среднее по фактору В

В₁ - 0,53; В₂ - 0,58; В₃ - 0,64; В₄ - 0,61;В₅ - 0,57; В₆ - 0,65; В₇ - 0,72; В₈ - 0,69НСР₀₅ для част. средних

0,013

НСР₀₅ по фактору А

0,005

НСР₀₅ по фактору В

0,009

НСР₀₅ по фактору АВ

0,013

На вариантах с совместным внесением минерального удобрения (Аммофос) и двукратной листовой обработкой посевов урожайность варьировала от 0,75 до

0,80 т/га. Наиболее эффективным оказалось сочетание Аммофоса и комплексного минерального азотного удобрения Страда N, применяемого в качестве некорневой подкормке в фазы кущения и колошения, на этом варианте урожайность составляла 0,80 т/га, что было выше варианта без применения каких-либо удобрений на 0,20 т/га. Менее эффективным оказался вариант с внесением Аммофоса в сочетании с Микроэлом, где урожайность равнялась 0,78 т/га. Разница с неудобренным вариантом в этом случае составила 0,18 т/га, или 30,00 %. Наименьшую прибавку урожайности относительно варианта без внесения удобрений давало внесение гранулированного минерального удобрения Аммофос в сочетании с Азофитом – 0,15 т/га, или 25,00 %.

При минимальной обработке почвы урожайность зерна яровой твердой пшеницы варьировала от 0,45 до 0,64 т/га. Применение только Аммофоса повышало этот показатель незначительно – до 0,48 т/га (на 6,67 % относительно варианта без внесения удобрений), что было минимальной прибавкой на исследуемых вариантах.

При внесении жидких комплексных минеральных и микробиологических удобрений Азофит, Страда N и Микроэл без применения Аммофоса урожайность составляла 0,49; 0,55 и 0,53 т/га соответственно по вариантам опыта, т.е. разница с вариантом без внесения удобрений составляла 8,89; 22,22 и 17,78 %.

На минимальной обработке почвы при внесении Аммофоса, жидких комплексных минеральных и микробиологического удобрений Азофит, Страда N и Микроэл в качестве листовой подкормки урожайность линейно повышалась. По вариантам опыта она составляла 0,56; 0,64 и 0,61 т/га. Максимальную эффективность, как и на отвальной обработке почвы, обеспечивало комплексное минеральное азотное удобрение Страда N, на этом варианте разница относительно варианта без внесения удобрений составляла 0,19 т/га, или 42,22 %.

В менее засушливом 2021 г. отмечено повышение урожайности относительно 2020 г. На отвальной обработке почвы этот показатель изменялся от 1,50 до 2,05 т/га (таблица 27, приложение 9).

Таблица 27 - Урожайность зерна яровой твердой пшеницы в 2021 г., т/га

Вариант опыта		Урожайность	Прибавка к контролю	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	1,50	-	-
	Азофит	1,65	0,15	10,00
	Страда N	1,63	0,13	8,67
	Микроэл	1,60	0,10	6,67
	Аммофос	1,71	0,21	14,00
	Азофит + Аммофос	1,95	0,45	30,00
	Страда N + Аммофос	2,05	0,55	36,67
	Микроэл + Аммофос	1,87	0,37	24,67
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	1,20	-	-
	Азофит	1,38	0,18	15,00
	Страда N	1,36	0,16	13,33
	Микроэл	1,31	0,11	9,17
	Аммофос	1,39	0,19	15,83
	Азофит + Аммофос	1,70	0,50	41,67
	Страда N + Аммофос	1,65	0,45	37,50
	Микроэл + Аммофос	1,62	0,42	35,00

Среднее по фактору А

А₁ – 1,74; А₂ – 1,45

Среднее по фактору В

В₁ – 1,35; В₂ – 1,51; В₃ – 1,50; В₄ – 1,46; В₅ – 1,55; В₆ – 1,83; В₇ – 1,85; В₈ – 1,74НСР₀₅ для част. средних

0.020

НСР₀₅ по фактору А

0.007

НСР₀₅ по фактору В

0.014

НСР₀₅ по фактору АВ

0.020

Минимальный эффект наблюдали от действия жидких минеральных и микробиологического удобрений в качестве листовой подкормки в фазы кущения и колошения без внесения Аммофоса. В результате их внесения урожайность зерна яровой твердой пшеницы колебалась от 1,60 до 1,65 т/га. Разница с вариантом без применения любых удобрений составляла 0,10-0,15 т/га, или 6,67-10,00 %. Внесение только Аммофоса обеспечивало несколько больший эффект относительно варианта без внесения удобрений, повышая анализируемый показатель до 1,71 т/га.

Совместное применение гранулированного минерального, микробиологического и жидких комплексных удобрений давало максимальную прибавку урожая относительно варианта без внесения удобрений. Причем, как и в 2020 г., эффективнее всего было внесение минерального гранулированного удобрения Аммофос совместно с применением Страда N в качестве некорневой подкормки – на этом варианте урожайность достигала 2,05 т/га, что было выше варианта без внесения удобрений на 0,55 т/га, или на 36,67 %. При применении Микроэла и Азофита совместно с Аммофосом урожайность составляла 1,87 и 1,95 т/га соответственно. Следует отметить, что при вспашке среди жидких минеральных и микробиологических удобрений минимальную прибавку урожайности давало внесение Микроэла как с применением Аммофоса, так и без него. На этих вариантах значение анализируемого показателя соответственно по вариантам опыта составляло 1,87 и 1,60 т/га.

Минимальный эффект наблюдали от действия жидких минеральных и микробиологического удобрений в качестве листовой подкормки в фазы кущения и колошения без внесения Аммофоса. В результате их внесения урожайность зерна яровой твердой пшеницы колебалась от 1,60 до 1,65 т/га. Разница с вариантом без применения любых удобрений составляла 0,10-0,15 т/га, или 6,67-10,00 %.

Внесение только Аммофоса обеспечивало несколько больший эффект относительно варианта без внесения удобрений, повышая анализируемый показатель до 1,71 т/га.

Совместное применение гранулированного минерального, микробиологического и жидких комплексных удобрений давало максимальную прибавку урожая относительно варианта без внесения удобрений. Причем, как и в 2020 г., эффективнее всего было внесение минерального гранулированного удобрения Аммофос совместно с применением Страда N в качестве некорневой подкормки – на этом варианте урожайность достигала 2,05 т/га, что было выше варианта без внесения удобрений на 0,55 т/га, или на 36,67 %. При применении Микроэла и Азофита совместно с Аммофосом урожайность составляла 1,87 и 1,95 т/га соответственно. Следует отметить, что при вспашке среди жидких минеральных и микробиологических удобрений минимальную прибавку урожайности давало внесение Микроэла как с применением Аммофоса, так и без него. На этих вариантах значение анализируемого показателя соответственно по вариантам опыта составляло 1,87 и 1,60 т/га.

На минимальной обработке почвы урожайность зерна яровой твердой пшеницы изменялась от 1,20 на контроле до 1,70 т/га на варианте с совместным внесением Азофита в качестве некорневой подкормки и минерального гранулированного удобрения Аммофос. Минимальную прибавку урожайности давало применение жидкого комплексного удобрения Микроэл без Аммофоса – 0,11 т/га, или 9,16 %. При применении жидких комплексных минеральных удобрений Азофит и Страда N в качестве листовой подкормки на неудобренном фоне (без Аммофоса) урожайность составила 1,38; 1,36 т/га соответственно. Внесение только минерального гранулированного удобрения повышало урожайность до 1,39 т/га, т.е. его действие было более эффективным по сравнению с жидкими минеральными и микробиологическими удобрениями.

Совместное применение Аммофоса и некорневой подкормкой комплексными минеральными и микробиологическими удобрениями обеспечивало повышение урожайности культуры до 1,62-1,70 т/га, причем минимальная прибавка урожая была получена при внесении комплексного

удобрения Микроэл совместно с Аммофосом (1,62 т/га), максимальная – при внесении минерального жидкого комплексного удобрения Страда N (1,70 т/га).

В 2022 г. была получена наибольшая урожайность зерна яровой твердой пшеницы относительно всех исследуемых годов опыта, что обусловлено лучшей влагообеспеченностью.

На вспашке урожайность изменялась от 1,62 т/га на варианте до 2,28 т/га на варианте без внесения удобрений с совместным применением гранулированного минерального удобрения Аммофос и жидкого комплексного минерального азотного удобрения Страда N, применяемого в качестве фолиарной обработки в фазы кущения и колошения (таблица 28, приложение 10).

При внесении только Аммофоса без включения в схему опыта жидких минеральных и микробиологических удобрений урожайность составляла 1,88 т/га, что было выше варианта без внесения удобрений на 0,26 т/га, или 16,04 %. Применение жидких комплексных минеральных удобрений Микроэл и Страда N, а также микробиологического удобрения Азофит без Аммофоса повышало урожайность до 1,72; 1,76 и 1,82 т/га соответственно. Причем, как и в 2021 г., Микроэл обеспечивал минимальную прибавку относительно варианта без внесения удобрений. Совместное применение Аммофоса, микробиологических и жидких минеральных и удобрений давало достоверное повышение урожайности до 2,18 т/га (Азофит); 2,28 т/га (Страда N) и 2,08 т/га (Микроэл). Наиболее эффективным оказалось действие микробиологического удобрения Страда N на фоне внесения Аммофоса, где разница с вариантом без внесения удобрений составляла 0,66 т/га, или 40,74 %.

При минимальной обработке почвы урожайность варьировала от 1,40 до 2,01 т/га. При этом максимальный эффект, как и в 2021 году исследований, был на варианте совместным применением жидкого минерального удобрения Азофит в качестве некорневой подкормки и минерального гранулированного удобрения Аммофос, где разница относительно неудобренного варианта составила 0,61 т/га, или 43,57 %.

Таблица 28 - Урожайность зерна яровой твердой пшеницы в 2022 г., т/га

Вариант опыта		Урожайность	Прибавка к контролю	
Фактор А	Фактор В		т/га	%
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	1,62	-	-
	Азофит	1,82	0,20	12,35
	Страда N	1,76	0,14	8,64
	Микроэл	1,72	0,10	6,17
	Аммофос	1,88	0,26	16,05
	Азофит + Аммофос	2,18	0,56	34,57
	Страда N + Аммофос	2,28	0,66	40,74
	Микроэл + Аммофос	2,08	0,46	28,40
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	1,40	-	-
	Азофит	1,66	0,26	18,57
	Страда N	1,60	0,20	14,29
	Микроэл	1,58	0,18	12,86
	Аммофос	1,63	0,23	16,43
	Азофит + Аммофос	2,01	0,61	43,57
	Страда N + Аммофос	1,95	0,55	39,29
	Микроэл + Аммофос	1,93	0,53	37,86

Среднее по фактору А

А₁ – 1,92; А₂ – 1,72

Среднее по фактору В

В₁ – 1,50; В₂ – 1,74 В₃ – 1,68; В₄ – 1,65; В₅ – 1,75; В₆ – 2,09; В₇ – 2,11, В₈ – 2,00НСР₀₅ для част. средних

0.028

НСР₀₅ по фактору А

0.010

НСР₀₅ по фактору В

0.020

НСР₀₅ по фактору АВ

0.028

Из всех анализируемых жидких минеральных и микробиологических удобрений минимальную прибавку урожайности зерна яровой твердой пшеницы давал Микроэл, как с внесением Аммофоса, так и без него. На этих вариантах анализируемый показатель равнялся соответственно 1,93 и 1,58 т/га, соответственно. Листовая подкормка в фазы кущения и колошения без предварительного внесения Аммофоса обеспечивала повышение урожайности до 1,58-1,66 т/га в зависимости от применяемого удобрения.

Комплексное применение гранулированного минерального удобрения Аммофос в сочетании с некорневой подкормкой жидкими минеральными и микробиологическими удобрениями обеспечивало повышение урожайности культуры до 1,93-2,01 т/га, причем, как и в 2021 г., минимальный эффект получен при внесении комплексного удобрения Микроэл совместно с Аммофосом (1,93 т/га), максимальный – при внесении жидкого минерального комплексного удобрения Страда N на фоне Аммофоса (2,01 т/га).

В среднем за три года исследований урожайность зерна яровой твердой пшеницы 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 отвальной обработке почвы на варианте с внесением Аммофоса и жидкого комплексного минерального азотного удобрения Страда N. Наименьшая урожайность среди всех вариантов опыта была получена при внесении минерального комплексного удобрения Микроэл на минимальной обработке почвы - 1,14 т/га (таблица 29, приложение 11).

На отвальной обработке почвы урожайность зерна яровой твердой пшеницы варьировала от 1,24 до 1,7 т/га. Минимальный эффект наблюдали от действия жидких минеральных и микробиологических удобрений в качестве некорневой подкормки без применения Аммофоса. В результате их внесения в среднем за годы исследований урожайность культуры равнялась 1,34-1,38 т/га. Разница с неудобренным вариантом составляла 0,10-0,14 т/га, или 8,06-11,56 %.

Таблица 29 – Урожайность яровой твердой пшеницы в среднем за три года,
2020-2022 гг.

Вариант опыта		Урожайность	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

$F\phi < F_T$

Внесение только Аммофоса обеспечивало несколько больший эффект относительно варианта без внесения удобрений, повышая анализируемый показатель до 1,41 т/га, т.е. разница составляла 0,17 т/га, или 13,98 %. Совместное внесение гранулированных, жидких минеральных и микробиологических удобрений давало максимальную прибавку относительно контроля. Максимальная урожайность получена при внесении Аммофоса и Страда N – на этом варианте урожайность достигала 1,71 т/га, что было выше неудобренного варианта на 0,47 т/га, или на 37,90 %. При внесении Микроэла и Азофита совместно с Аммофосом урожайность составляла 1,58 и 1,63 т/га соответственно по вариантам опыта.

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. Т.е. азотное питание растений в этом случае улучшалось за счет наличия азота в листовой подкормке. Бактерии, содержащиеся в удобрении Азофит, в основном концентрировались в верхнем слое почвы, в котором при глубокой отвальной обработке содержание внесенного в предпосевную культивацию азота было небольшим, за счет его миграции во влажные годы в более глубокие слои почвы.

В среднем за 2020-2022 гг. на минимальной обработке почвы урожайность зерна яровой твердой пшеницы изменялась от 1,02 т/га на варианте без внесения удобрений до 1,42 т/га на варианте с совместным внесением Азофита в качестве некорневой подкормки и минерального гранулированного удобрения Аммофос. Минимальную прибавку урожайности давало внесение микробиологического удобрения Микроэл без Аммофоса – 0,12 т/га, или 12,13 %. 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.

Внесение Аммофоса в сочетании с некорневой подкормкой минеральными и микробиологическим удобрениями обеспечивало повышение урожайности культуры до 1,39-1,42 т/га, причем разница между действием удобрений, вносимых в качестве листовой подкормки, было достоверно не различимым, что также связано с особенностью действия препаратов в различные по увлажненности годы.

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

Статистический анализ трехлетних экспериментальных данных позволил получить линейную зависимость урожайности зерна твердой яровой пшеницы от микробиологической активности почвы вида

$$y = 0,0132x + 0,9456 \text{ (рисунок 9).}$$

Высокая степень связи двух этих показателей характеризуется коэффициентом корреляции, равным 0,904, и коэффициентом детерминации, составляющим 0,818, приложение 12.

Проведя анализ данной линейной зависимости, можно прийти к заключению, что увеличение микробиологической активности почвы на каждые 10% степени разложения льняной ткани дает увеличение урожайности зерна яровой твердой пшеницы на 0,13 т/га.

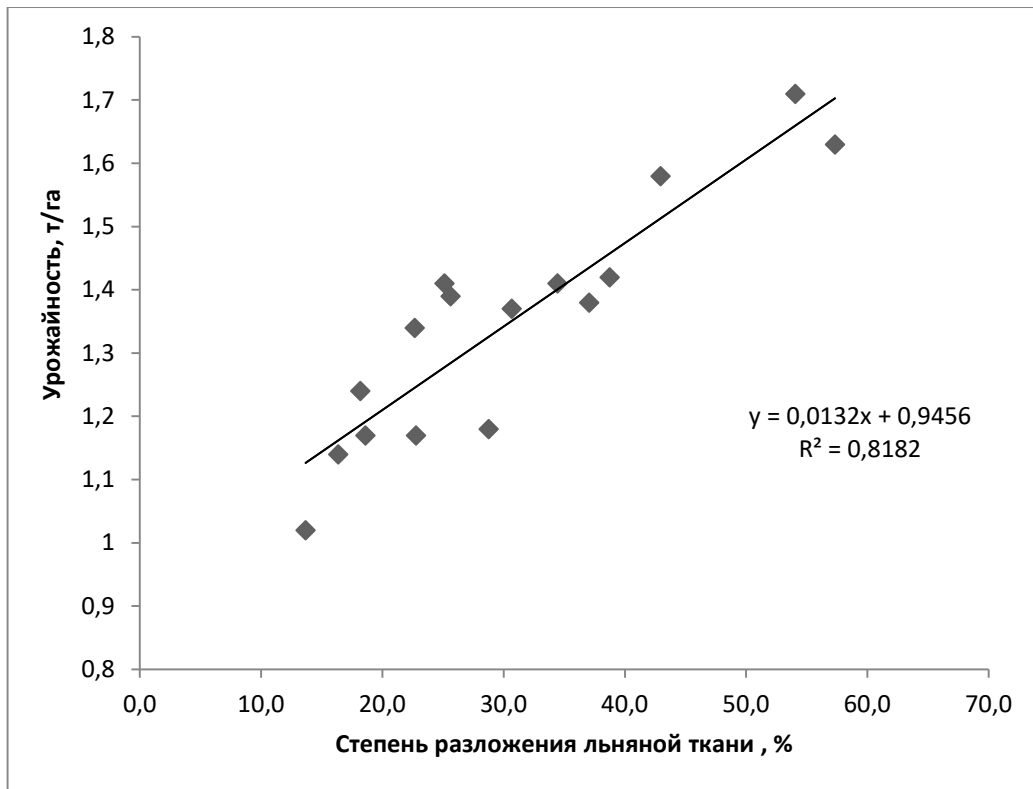


Рисунок 9 – Зависимость урожайности от микробиологической активности почвы в среднем за три года, 2020-2022 гг.

Анализируя полученные за три года исследования данные, можно заключить, что в остро засушливом 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. Различие по урожайности было достоверным с вариантами листовой подкормки другими удобрениям как с учетом фона минерального питания (Аммофос), так и без него на всех изучаемых способах основной обработки почвы.

В годы со средней влагообеспеченностью 2021 и 2022 (ГТК – 0,47 и 0,62) на вспашке из всех изучаемых жидких удобрений достоверно превосходил остальные варианты без внесения гранулированных удобрений (Аммофос) вариант с применением Азофита, хотя необходимо отметить, что предпосевное внесение Аммофоса было эффективнее двукратной листовой подкормки жидкими удобрениями (Азофит, Страда N, Микроэл). На фоне предпосевного внесения

гранулированных минеральных удобрений 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., так же, как и на вспашке, двукратная обработка посевов бактериальным удобрением Азофит на вариантах без предпосевного внесения Аммофоса была эффективнее применения других жидких удобрений (Страда N, Микроэл). Это различие также достоверно, что подтверждается результатами дисперсионного анализа. 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.

Эффективность жидкого удобрения Страда N по сравнению с бактериальным удобрением Азофит в остро засушливый год была выше. Основу препарата составляют живые азотфиксирующие бактерии из рода *Azotobacter vinelandii*, способные усваивать азот из воздуха. Таким образом, происходит компенсация минерального азота в условиях его недостатка в почве или недоступности для растений. Более того азотфиксаторы способны повысить коэффициент использования растениями минеральных и органических удобрений. При снижении влажности почвы активность бактерий снижается, и поступление азота в почву снижается, что отражается на урожайности.

Следует отметить, что обработка почвы также влияла на действие листовой подкормки. Так, при отвальной вспашке за счет вымывания во влажные годы гранулированного минерального удобрения в нижние горизонты снижалась эффективность микробиологического удобрения. На минимальной обработке за счет рыхления слоя почвы на меньшую глубину внесенные в предпосевную культивацию гранулированные минеральные удобрения оставались в обитаемой зоне бактерий удобрения Азофит, что повышало степень усвоения их растениями.

4.5 Качество зерна яровой твердой пшеницы

Важной проблемой в области сельскохозяйственного производства зерна является улучшение его качества. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема получения кондиционного урожая сильной и ценной пшеницы. Данные, полученные в результате проведения наших опытов, показывают, что под влиянием изучаемых факторов изменяется не только урожайность зерна яровой пшеницы, но и его качество, которое определяется такими показателями, как содержание клейковины и белка (таблица 30, приложение 13, таблица 31, приложение 14).

На вспашке содержание клейковины колебалось от 26,3 до 29,9%. Максимальное значение было при внесении Аммофоса и некорневой подкормке Страда N, в этом случае разница с вариантом без внесения удобрений составляла 3,6 % клейковины.

Наименьшая прибавка относительно варианта без внесения удобрений (0,4 % клейковины) была при применении минерального гранулированного удобрения Аммофос в предпосевную культивацию. Листовая подкормка жидкими минеральными и микробиологическим удобрениями давала повышение уровня клейковины до 27,7-28,1%. Внесение Аммофоса перед фоллиарной обработкой растений яровой твердой пшеницы обеспечивало положительный эффект, давая прибавку относительно неудобренного варианта до 28,7; 29,1 и 29,9% при внесении Микроэла, Азофита и Страда N соответственно по вариантам опыта.

Содержание белка изменялось от 13,2 % на варианте без внесения удобрений до 15,3 % при внесении Аммофоса и листовой подкормке жидким минеральным удобрением Страда N в фазы кущения и колошения, на этом варианте разница с неудобренным вариантом составляла 2,1 %.

Таблица 30 - Содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы
в 2020 г.

Вариант опыта		Содержание клейковины, %	Различие с контролем, % клейковины	Класс зерна
Вариант А	Вариант В			
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	26,3		2
	Азофит	28,1	1,8	1
	Страда N	28,6	2,3	1
	Микроэл	27,7	1,4	2
	Аммофос	26,7	0,4	2
	Азофит + Аммофос	29,1	2,8	1
	Страда N + Аммофос	29,9	3,6	1
	Микроэл + Аммофос	28,7	2,4	1
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	23,8		3
	Азофит	25,1	1,3	2
	Страда N	24,7	0,9	2
	Микроэл	24,9	1,1	2
	Аммофос	24,3	0,5	3
	Азофит + Аммофос	26,8	3,0	2
	Страда N + Аммофос	27,4	3,6	2
	Микроэл + Аммофос	25,6	1,8	2

Среднее по фактору А

$A_1 - 28,11; A_2 - 25,32$

Среднее по фактору В

$B_1 - 25,02; B_2 - 26,63; B_3 - 26,62; B_4 - 26,30;$

$B_5 - 25,47; B_6 - 27,90; B_7 - 28,65; B_8 - 27,15$

НСР₀₅ для част. средних

0,216

НСР₀₅ по фактору А

0,076

НСР₀₅ по фактору В

0,153

НСР₀₅ по фактору АВ

0,216

Таблица 31 - Содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы в 2020 г.

Вариант опыта		Содержание белка, %	Различие с контролем, % белка	Класс зерна
Вариант А	Вариант В			
Отвальная Обработка (К1)	Без удобрений (К2)	13,2		2
	Азофит	14,0	0,8	1
	Страда N	14,2	1,0	1
	Микроэл	13,6	0,4	2
	Аммофос	13,4	0,2	2
	Азофит + Аммофос	14,9	1,7	1
	Страда N + Аммофос	15,3	2,1	1
	Микроэл + Аммофос	14,2	1,0	1
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	12,0		3
	Азофит	12,8	0,8	2
	Страда N	13,1	1,1	2
	Микроэл	12,4	0,4	2
	Аммофос	12,3	0,3	3
	Азофит + Аммофос	13,2	1,2	2
	Страда N + Аммофос	13,8	1,8	2
	Микроэл + Аммофос	12,8	0,8	2

Среднее по фактору А

A₁ – 14,11; A₂ – 12,79

Среднее по фактору В

B₁ – 12,58; B₂ – 13,38; B₃ – 13,62; B₄ – 13,03;B₅ – 12,85; B₆ – 14,03; B₇ – 14,58; B₈ – 13,50НСР₀₅ для част. средних

0,182

НСР₀₅ по фактору А

0,064

НСР₀₅ по фактору В

0,129

НСР₀₅ по фактору АВ

0,182

Следует отметить, что при внесении Азофита, Страды N и Микроэла без предпосевного внесения Аммофоса эффект был незначительным (содержание белка повышалось менее чем на 1 %), однако при добавлении в схему опыта минерального гранулированного удобрения совместное действие анализируемых удобрений обеспечивало положительную прибавку относительно неудобренного варианта на уровне 1,0-2,1%.

В результате предпосевного внесения Аммофоса и некорневой обработки растений яровой твердой пшеницы жидкими минеральными и микробиологическими удобрениями в соответствии с ГОСТ 9353–2016 «Пшеница. Технические условия» класс зерна повысился до 1-го, в то время как на варианте без внесения удобрений, а также при внесении только Аммофоса и только удобрения Микроэл зерно яровой твердой пшеницы относилось ко второму классу.

На минимальной обработке почвы содержание клейковины изменялось от 23,8 до 27,4%. Действие Аммофоса без foliarной подкормки также оказалось незначительным, давая прибавку относительно неудобренного варианта всего на 0,5%. Незначительная прибавка относительно варианта без внесения удобрений (менее 1%) также отмечалась при внесении Страда N без применения Аммофоса в предпосевную культивацию. Однако при добавлении его в схему опыта совместное действие с жидким удобрением Страда N обеспечивало максимальное повышение анализируемого показателя до 27,4 %, на этом варианте разница с контролем составляла 3,6 %. Листовая подкормка жидкими минеральными и микробиологическими препаратами давала повышение уровня клейковины до 24,7-25,1 %. Следует отметить, что действие Аммофоса усиливало действие изучаемых удобрений, повышая содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы на 1,8-3,6% относительно варианта без внесения удобрений.

Содержание белка в зерне яровой пшеницы на варианте без внесения удобрений составляло 12,0%. Под действием листовой подкормки жидкими удобрениями отмечали повышение этого показателя на 0,3-1,8%. Наименьшая

прибавка относительно неудобренного варианта была при внесении Аммофоса (0,3%), минерального комплексного удобрения Микроэл (0,4%), микробиологического удобрения Азофита (0,8%) и совместном применении удобрений Микроэл и Аммофос (0,8%). Следует отметить, что действие Аммофоса усиливало эффективность препарата Страда N. Так, если при внесении только Страда N содержание белка повышалось относительно варианта без внесения удобрений до 13,1% (на 1,1%), то их совместное действие повышало анализируемый показатель до 13,8 % (на 1,8%).

На минимальной обработке почвы на варианте без внесения удобрений и при внесении только Аммофоса зерно яровой пшеницы относилось к третьему классу качества. На остальных вариантах отмечали повышение качества зерна до 2-го класса, что свидетельствует о положительном эффекте от применения минеральных и микробиологических удобрений.

В 2021 году содержание клейковины и белка в зерне было выше по сравнению с 2020 г. (таблица 32, приложение 15, таблица 33, приложение 16).

На вспашке содержание клейковины колебалось от 29,1 до 33,2%. Максимальное значение было при внесении Аммофоса и некорневой подкормке микробиологическим удобрением Азофит, на этом варианте разница с вариантом без внесения удобрений составляла 4,1 %.

Наименьшая прибавка относительно неудобренного варианта (2,1 %) была при использовании минерального гранулированного удобрения Аммофос в предпосевную культивацию. Листовая подкормка жидкими минеральными и микробиологическим удобрениями давала повышение уровня клейковины до 31,8-32,61%. Применение Аммофоса перед посевом яровой твердой пшеницы обеспечивало положительный эффект, давая прибавку содержания клейковины в зерне относительно неудобренного варианта до 32,1; 32,8 и 33,2% при внесении Микроэла, страды N и Азофита соответственно.

Таблица 32 - Содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы в 2021 г.

Вариант опыта		Содержание клейковины, %	Различие с контролем, % клейковины	Класс зерна
Вариант А	Вариант В			
Отвальная Обработка (К1)	Без удобрений (К2)	29,1		1
	Азофит	32,6	3,5	1
	Страда N	32,0	2,9	1
	Микроэл	31,8	2,7	1
	Аммофос	31,2	2,1	1
	Азофит + Аммофос	33,2	4,1	1
	Страда N + Аммофос	32,8	3,7	1
	Микроэл + Аммофос	32,1	3,0	1
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	27,2		2
	Азофит	29,5	2,3	1
	Страда N	29,0	1,8	1
	Микроэл	28,4	1,2	1
	Аммофос	27,9	0,7	2
	Азофит + Аммофос	30,5	3,3	1
	Страда N + Аммофос	30,0	2,8	1
	Микроэл + Аммофос	29,3	2,1	1

Среднее по фактору А

A₁ – 31,82; A₂ – 28,99

Среднее по фактору В

B₁ –28,17; B₂ –31,05; B₃ –30,47; B₄–30,10;B₅ – 29,53; B₆ –31,85; B₇ –31,37; B₈ - 30,72НСР₀₅ для част. средних

0,152

НСР₀₅ по фактору А

0,054

НСР₀₅ по фактору В

0,108

НСР₀₅ по фактору АВ

0,152

Таблица 33 - Содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы в 2021 г.

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

Среднее по фактору А

A₁ – 16,28; A₂ – 15,15

Среднее по фактору В

B₁ – 14,75; B₂ – 16,05; B₃ – 15,65; B₄ – 15,27;B₅ – 14,97; B₆ – 16,85; B₇ – 16,50; B₈ – 15,72НСР₀₅ для част. средних

0,197

НСР₀₅ по фактору А

0,070

НСР₀₅ по фактору В

0,139

НСР₀₅ по фактору АВ

0,197

Содержание белка также было выше по сравнению с 2020 г., оно изменялось от 15,3 % на варианте без внесения удобрений до 17,4 % при внесении Аммофоса и фолиарной обработке удобрением Азофит в фазы кущения и колошения. Наименьшую прибавку относительно неудобреного варианта отмечали при внесении только Аммофоса (0,3%).

Качество зерна яровой твердой пшеницы при вспашке относилось к первому классу независимо от вида применяемых удобрений.

На минимальной обработке почвы содержание клейковины изменялось от 27,2 до 30,5%. Применение только Аммофоса без фолиарной подкормки оказало незначительное действие, прибавка относительно контрольного варианта была всего на 0,7%. Незначительная прибавка относительно варианта без внесения удобрений (1,2%) также отмечалась при внесении удобрения Микроэл без применения Аммофоса в предпосевную культивацию. Однако его применение в предпосевную культивацию при последующей обработке посевов жидким удобрениемс Микроэл обеспечивало повышение эффективности жидкого удобрения, увеличивая содержание клейковины до 29,3 % (на 2,1%). Максимальное повышение анализируемого показателя (до 30,5 %) было на варианте с совместным применением Аммофоса и некорневой подкормкой микробиологическим удобрением Азофит, в этом случае разница с вариантом без внесения удобрений составляла 3,3 %. Листовая подкормка жидкими минеральными и микробиологическими удобрениями давала повышение уровня клейковины в зерне яровой твердой пшеницы до 28,4-29,5 %. Следует отметить, что действие Аммофоса усиливало действие изучаемых жидких удобрений, повышая содержание клейковины в зерне на 2,1-3,3%.

Содержание белка в зерне яровой пшеницы на варианте без внесения удобрений составляло 14,2%. При обработке посевов жидкими удобрениями отмечали повышение этого показателя на 0,2-2,1%. Наименьшая прибавка относительно неудобреного варианта была при внесении Аммофоса (0,2%), жидкого минерального комплексного удобрения Микроэл (0,5%) и Страда N

(0,8%). Следует отметить, что совместное действие Аммофоса и жидких удобрений, обеспечивая большую прибавку, чем их отдельное применение, содержания белка в зерне пшеницы на этих вариантах повышалось до 15,5-16,3 % (на 1,3-2,1%).

На минимальной обработке почвы на контроле и при внесении только Аммофоса зерно яровой пшеницы относилось ко второму классу качества. На остальных вариантах отмечали повышение качества зерна до первого класса.

В самом влажном 2022 году на вспашке содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы было ниже по сравнению с двумя предыдущими годами. Оно колебалось от 25,0 до 30,7% (таблица 34, приложение 17). Максимальное значение было при внесении Аммофоса и некорневой подкормке микробиологическим удобрением Азофит, на этом варианте разница с вариантом без внесения удобрений составляла 5,7 %.

При внесении только Аммофоса отмечали незначительное повышение содержания клейковины относительно неудобренного варианта до 25,7 % (0,7%). Также незначительная прибавка относительно варианта без внесения удобрений (0,9 %) была при использовании минерального удобрения Микроэл в качестве листовой подкормки в фазы кущения и колошения. Предпосевное внесение Аммофоса несколько усилило действие Микроэла, обеспечив прибавку содержания клейковины в зерне до 28,7 %. В целом, применение Аммофоса и листовой подкормкой растений яровой твердой пшеницы обеспечивало положительный эффект на всех вариантах, давая прибавку относительно неудобренного варианта. Содержание клейковины в зерен по этим вариантам повышалось до 28,7; 29,9 и 30,7% при внесении Микроэла, страды N и Азофита соответственно.

Таблица 34 - Содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы в 2022 г.

Вариант опыта		Содержание клейковины, %	Различие с контролем, % клейковины	Класс зерна
Вариант А	Вариант В			
Отвальная Обработка (К1)	Без удобрений (К2)	25,0		2
	Азофит	28,8	3,8	1
	Страда N	28,2	3,2	1
	Микроэл	25,9	0,9	2
	Аммофос	25,7	0,7	2
	Азофит + Аммофос	30,7	5,7	1
	Страда N + Аммофос	29,9	4,9	1
	Микроэл + Аммофос	28,7	3,7	1
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	22,6		3
	Азофит	25,5	2,9	2
	Страда N	23,5	0,9	3
	Микроэл	22,8	0,2	3
	Аммофос	22,7	0,1	3
	Азофит + Аммофос	27,4	4,8	2
	Страда N + Аммофос	26,9	4,3	2
	Микроэл + Аммофос	26,2	3,6	2

Среднее по фактору А

A₁ – 27,87; A₂ – 24,69

Среднее по фактору В

B₁ –23,80; B₂ –27,18; B₃ –25,85; B₄–24,32;B₅ – 24,20; B₆ –29,08; B₇ –28,37; B₈ - 27,45НСР₀₅ для част. средних

0,190

НСР₀₅ по фактору А

0,067

НСР₀₅ по фактору В

0,134

НСР₀₅ по фактору АВ

0,190

На минимальной обработке почвы содержание клейковины изменялось от 22,6 % на варианте без внесения удобрений до 27,4% на варианте с применением Аммофоса и некорневой подкормкой микробиологическим удобрением Азофит. Аммофос без foliarной подкормки минеральными и микробиологическим удобрениями не оказал значительного действия, повышая содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы всего до 22,7% (0,1%).

Незначительная прибавка относительно контроля (0,2%) также отмечалась при внесении удобрения Микроэл без внесения Аммофоса в предпосевную культивацию. Однако на фоне внесения Аммофоса повышалась эффективность применения жидкого комплексного удобрения Микроэл, содержание клейковины увеличивалось до 26,2 % (на 3,6%).

Максимальное повышение анализируемого показателя (до 27,4 %) было на варианте с совместным применением Аммофоса и некорневой подкормкой микробиологическим удобрением Азофит, на этом варианте разница с вариантом без внесения удобрений составляла 4,8 %. Листовая подкормка жидкими минеральными и микробиологическими препаратами давала повышение уровня клейковины до 22,8-25,5 %. На вариантах с предпосевным внесением Аммофоса изучаемые жидкие удобрения эффективнее повышали содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы - на 3,6-4,8% по сравнению с вариантом без внесения удобрений.

Содержание белка изменялось от 14,3 % на варианте без внесения удобрений до 17,2 % при внесении Аммофоса и foliarной обработке удобрением Азофит в фазы кущения и колошения. При внесении только Аммофоса и только Микроэла отмечали наименьшую прибавку относительно неудобреного варианта (0,4 и 0,6% соответственно по вариантам опыта). Эффективность Азофита, стралды N и Микроэла на фоне внесения Аммофоса увеличивалась, повышая содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы до 15,5-17,2% (на 1,2-2,9%), таблица 35, приложение 18.

Таблица 35 – Содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы в 2022 г.

Вариант опыта		Содержание белка, %	Различия 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

A₁ – 15,59; A₂ – 14,35

Среднее по фактору В

B₁ – 13,70; B₂ – 15,52; B₃ – 14,68; B₄ – 14,30;B₅ – 14,03; B₆ – 16,50; B₇ – 16,05; B₈ – 14,97НСР₀₅ для част. средних

0,164

НСР₀₅ по фактору А

0,058

НСР₀₅ по фактору В

0,116

НСР₀₅ по фактору АВ

0,164

При отвальной обработке почвы зерно яровой пшеницы относилось ко второму классу качества на варианте без внесения удобрений, при внесении только Аммофоса и применении Микроэла. На остальных вариантах зерно относилось к первому классу качества.

Содержание белка в зерне яровой пшеницы на варианте без применения удобрений составляло 13,1%. При обработке посевов жидкими минеральными и микробиологическим удобрениями отмечали повышение этого показателя на 0,3-2,7%. При внесении только Аммофоса, только Микроэла и страды N отмечали наименьшую прибавку относительно неудобреного варианта (0,3; 0,6 и 0,9% соответственно по вариантам опыта). Совместное применение гранулированного минерального удобрения и жидких удобрений, обеспечивло прибавку содержания белка в зерне пшеницы до 14,5-15,8 % (на 1,4-2,7%).

На минимальной обработке почвы зерно яровой пшеницы относилось ко второму и третьему классу качества. Зерно второго класса качество сформировалась на вариантах с совместным применением Аммофоса и жидких удобрений, а также на варианте с применением только жидкого микробиологического удобрения.

В среднем за годы исследований на вспашке содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы колебалось от 26,80 до 31,0% (таблица 36, приложение 19).

Максимальное значение было при предпосевном внесении Аммофоса и некорневой подкормке микробиологическим удобрением Азофит, на этом варианте разница с вариантом без применения удобрений составляла 4,2 % клейковины. При внесении только Аммофоса отмечали незначительное повышение уровня клейковины относительно контроля до 27,9 % (разница с вариантом без применения удобрений 1,1% клейковины). Листовая подкормка жидкими минеральными и микробиологическим удобрениями повышала значение этого показателя до 28,5-29,8 % по вариантам опыта.

Таблица 36 - Содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы
в среднем за годы исследований, 2020-2022 г.

Вариант опыта		Содержание клейковины, %	Различие с контролем, % клейковины	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

$A_1 - 29,27; A_2 - 26,33$

Среднее по фактору В

$B_1 - 25,66; B_2 - 28,29; B_3 - 27,64; B_4 - 26,91; B_5 - 26,40; B_6 - 29,61; B_7 - 29,46; B_8 - 28,44$

НСР₀₅ для част. средних

0,557

НСР₀₅ по фактору А

0,197

НСР₀₅ по фактору В

0,394

НСР₀₅ по фактору АВ

0,557

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.

Применение только гранулированных минеральных удобрений также повышало содержание клейковины, но менее всего среди изучаемых вариантов, разница с вариантом без применения удобрений составляла 1,1 % клейковины. Варианты с применением удобрений Страда N и Азофит при внесении Аммофоса различались незначительно: всего 0,1 % клейковины.

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. Аммофос без фолиарной подкормки жидкими минеральными и микробиологическим удобрениями повышал содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы менее чем на 1 % клейковины – до 25,0 %. Незначительная прибавка относительно варианта без применения удобрений (0,8% клейковины) также отмечалась при внесении удобрения Микроэл без применения Аммофоса в предпосевную культивацию. Только фолиарная подкормка микробиологическим удобрением Азофит позволила повысить содержание клейковины в зерне на 2,2 % по сравнению с вариантом без применения удобрений. Применение Аммофоса в предпосевную культивацию и внесение Микроэла в фазы кущения и колошения обеспечивало повышение эффективности препарата, увеличивая содержание клейковины до 27,0 % (на 2,5% клейковины выше по сравнению с вариантом без применения удобрений). 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.

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. При внесении только Аммофоса и только Микроэла отмечали наименьшую прибавку относительно варианта без применения удобрений (0,3 и 0,5% белка соответственно по вариантам опыта). 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), таблица 37, приложение 20.

На вспашке зерно яровой твердой пшеницы относилось ко второму классу качества по содержанию белка и клейковины только на варианте без применения удобрений, на остальных вариантах наблюдали повышение его качества до первого класса.

На минимальной обработке почвы содержание белка в зерне яровой пшеницы на варианте без применения удобрений составляло 13,1%. Под действием только жидких минеральных и микробиологического удобрений отмечали повышение этого показателя на 0,5-1,4%.

При внесении только гранулированного минерального удобрения отмечали наименьшую прибавку относительно варианта без применения удобрений, содержание белка повысилось до 13,4 %, или всего на 0,3 %. Действие Аммофоса усиливало действие жидких минеральных и микробиологического удобрений, обеспечивая увеличение содержания белка в зерне пшеницы до 14,3-15,1 %. Следует отметить, что действие удобрений Страда N и Азофит при на фоне внесения Аммофоса было идентичным.

Таблица 37 – Содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы в среднем за годы исследований, 2020-2022 г.

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

$A_1 - 15,33; A_2 - 14,10$

Среднее по фактору В

$B_1 - 13,68; B_2 - 14,98; B_3 - 14,65; B_4 - 14,20; B_5 - 13,95; B_6 - 15,79; B_7 - 15,71; B_8 - 14,73$

НСР₀₅ для част. средних

0,247

НСР₀₅ по фактору А

0,087

НСР₀₅ по фактору В

0,175

НСР₀₅ по фактору АВ

$F_{\phi} < F_T$

Важную роль в определении качества зерна имеет такой показатель, как качество клейковины. Оно определяется с помощью прибора ИДК (измеритель деформации клейковины), способного измерять упругость сырой клейковины. Если испытания клейковины на приборе ИДК показали результат от 80 до 100 единиц, то она считается удовлетворительно слабой. Клейковина с ИДК менее 50 единиц считается крепкой, а с ИДК 50-35 - удовлетворительно крепкой. Если ИДК клейковины ниже 30 или выше 105, то качество клейковины считается неудовлетворительным.

Следует отметить, что качество клейковины отличалось не только по вариантам опыта, но и по годам исследований. Так, качество клейковины в 2020 г. колебалось от 71,0 до 76,0 ед. по вариантам опыта, а в 2021 и 2022 гг. значение анализируемого показателя варьировало от 78,0 до 84,0 ед. Таким образом, погодные условия влияли на качество клейковины. Клейковина более высокого качества формировалась в более засушливом 2020 г.

В среднем за годы исследований при изучении различных приёмов возделывания яровой твердой пшеницы получены следующие данные по качеству клейковины в зерне. При отвальной обработке ее значение в среднем по вариантам опыта 80,0 ед., при минимальной – 78,6 ед., т.е. на отвальной обработке почвы в зерне яровой твердой пшеницы формировалась клейковина более низкого качества по сравнению с обработкой почвы на глубину 10-12 см.

При отвальной обработке на варианте без внесения удобрений ИДК составлял 79,7 ед., при минимальной – 81,0 ед. (таблица 38). 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.

Таблица 38 - Изменение показателя ИДК в зерне яровой пшеницы по вариантам опыта в среднем за годы исследований, ед.

Вариант опыта		2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 3 года
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	76,0	81,0	82,0	79,7
	Азофит	74,0	82,0	84,0	80,0
	Страда N	75,0	84,0	85,0	81,3
	Микроэл	76,0	84,0	86,0	82,0
	Аммофос	74,0	82,0	83,0	79,7
	Азофит + Аммофос	73,0	81,0	80,0	78,0
	Страда N + Аммофос	73,0	82,0	82,0	79,0
	Микроэл + Аммофос	74,0	82,0	84,0	80,0
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	75,0	84,0	84,0	81,0
	Азофит	74,0	82,0	81,0	79,0
	Страда N	74,0	83,0	83,0	80,0
	Микроэл	74,0	84,0	83,0	80,3
	Аммофос	73,0	81,0	80,0	78,0
	Азофит + Аммофос	72,0	80,0	78,0	76,7
	Страда N + Аммофос	71,0	80,0	78,0	76,3
	Микроэл + Аммофос	72,0	81,0	80,0	77,7

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.

Статистический анализ экспериментальных данных позволил выявить зависимость содержания белка и клейковины в зерне твердой яровой пшеницы от целлюлозолитической активности почвы. Обнаружена высокая степень взаимосвязи этих показателей между собой. Уравнение зависимости имело линейный вид.

Содержание клейковины от целлюлозолитической активности почвы выражалось уравнением

$$y = 0,1408x + 23,524 \text{ (рисунок 10, приложение 21),}$$

коэффициент корреляции - 0,884, коэффициент детерминации - 0,782, приложение 21.

Содержание белка от микробиологической активности почвы выразалось уравнением

$$y = 0,0702x + 12,58 \text{ (рисунок 11, приложение 22),}$$

коэффициент корреляции - 0,930, коэффициент детерминации - 0,865, приложение 22.

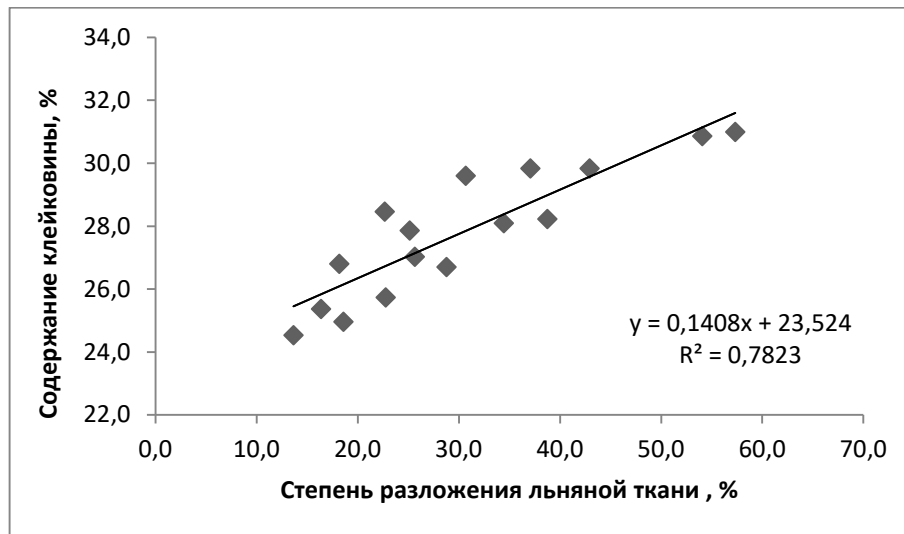


Рисунок 10 – Зависимость содержания клейковины в зерне яровой твердой пшеницы от микробиологической активности почвы в среднем за три года, 2020-2022 гг.

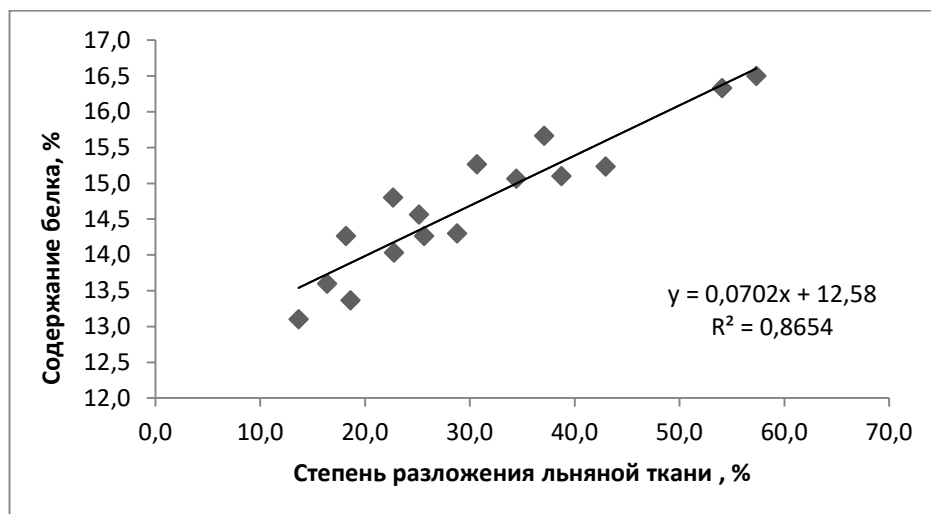


Рисунок 11 – Зависимость содержания белка в зерне яровой твердой пшеницы от микробиологической активности почвы в среднем за три года, 2020-2022 гг.

В результате анализа полученных уравнений зависимостей можно заключить, что увеличение микробиологической активности почвы на каждые 10% степени разложения льняной ткани дает увеличение урожайности содержания белка в зерне яровой твердой пшеницы на 0,70 % и клейковины на 1,41%.

Таким образом, 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.

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. Зерно второго класса формировалось на вариантах без применения удобрений при изучаемых способах обработки почвы и при применении удобрений в отдельности при минимальной обработке почвы.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

О степени экономической эффективности новых агроприемов, применяемых при возделывании яровой твердой пшеницы, можно судить по их влиянию на повышение результативных показателей сельскохозяйственного производства, главным образом на увеличение прибыли за счет повышения продуктивности культуры.

Наиболее значимые экономические показатели – прямые затраты средств при возделывании культуры, стоимость выращенной продукции с 1 га, себестоимость производства 1 т продукции, условно чистый доход и уровень рентабельности.

В исследованиях прямые затраты средств рассчитывали по технологическим картам. Условный чистый доход определяли как разность между стоимостью полученного урожая и затратами на ее производство. Уровень рентабельности определяли отношением условного чистого дохода к затратам, выраженным в процентах.

В расчетах использовали среднюю рыночную стоимость зерна яровой твердой пшеницы на период проведения исследований в 2020-2022 гг.

В среднем за три года исследований в 2020-2022 гг. при отвальной основной обработке почвы максимальные прямые затраты на 1 га при выращивании яровой твердой пшеницы были на варианте с предпосевным внесением Аммофоса и некорневой подкормкой Страда N – 14,10 тыс. руб. на 1 га (таблица 39). Минимальные прямые затраты отмечали при применении Микроэла – 11,45 тыс. руб. на 1 га. На варианте без применения удобрений они составляли 10,50 тыс. руб. на 1 га. При некорневой подкормке в фазы кущения и колошения минеральными и микробиологическими удобрениями без внесения Аммофоса прямые затраты при использовании Микроэла и Азофита были практически одинаковыми - 11,45 тыс. и 11,46 тыс. руб. на 1 га. При внесении только Аммофоса прямые затраты на 1 га при выращивании яровой твердой пшеницы составляли 12,50 тыс. руб. на 1 га.

Таблица 39 - Экономическая эффективность применения минеральных и микробиологических удобрений

Вариант опыта		Урожайность, т/га	Загрaты, тыс.руб./га	Стоимость продукции, тыс. руб.га	Себестоимость 1 т, тыс. руб.	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Фактор А	Фактор В						
Отвальная обработка (К1)	Без удобрений (К2)	1,24	10,50	17,86	8,47	7,36	70,06
	Азофит	1,38	11,46	19,92	8,28	8,46	73,82
	Страда N	1,37	12,20	19,78	8,88	7,58	62,10
	Микроэл	1,34	11,45	19,30	8,54	7,85	68,52
	Аммофос	1,41	12,50	20,35	8,84	7,85	62,82
	Азофит + Аммофос	1,63	13,36	23,42	8,21	10,06	75,33
	Страда N + Аммофос	1,71	14,10	24,62	8,25	10,52	74,64
	Микроэл + Аммофос	1,58	13,35	22,70	8,47	9,35	70,07
Минимальная обработка	Без удобрений (К2)	1,02	8,40	14,64	8,26	6,24	74,29
	Азофит	1,18	9,36	16,94	7,95	7,58	81,03
	Страда N	1,17	10,10	16,85	8,63	6,75	66,81
	Микроэл	1,14	9,35	16,42	8,20	7,07	75,57
	Аммофос	1,17	10,30	16,80	8,83	6,50	63,11
	Азофит + Аммофос	1,42	11,26	20,50	7,91	9,24	82,02
	Страда N + Аммофос	1,41	12,00	20,35	8,49	8,35	69,60
	Микроэл + Аммофос	1,39	11,25	19,97	8,11	8,72	77,49

Добавление в схему опыта минеральных и микробиологического удобрений в качестве листовой подкормки к Аммофосу повышало этот показатель. В

зависимости от применяемого удобрения для обработки посевов яровой твердой пшеницы он изменялся от 13,35 тыс. до 14,10 тыс. руб. на 1 га. Следует отметить, что на вариантах с применением Микроэла и Азофита совместно с Аммофосом прямые затраты были практически одинаковыми - 13,35 тыс. и 13,36 тыс. руб. на 1 га.

При минимальной обработке почвы максимальные прямые затраты на 1 га при выращивании яровой твердой пшеницы, как и на вспашке, были на варианте с предпосевным внесением Аммофоса и некорневой подкормкой Страда N – 12,00 тыс. руб. на 1 га. Минимальные прямые затраты отмечали при применении Микроэла – 9,36 тыс. руб. на 1 га. В целом на минимальной обработке почвы наблюдалась тенденция, аналогичная отвальной обработке почвы, когда прямые затраты практически не различались между вариантами с применением Микроэла и Азофита как с предпосевным внесением Аммофоса, так и без него. Этот показатель несколько увеличивался относительно неудобренного варианта при применении Страда N. Без внесения Аммофоса он составлял 10,10 тыс. руб. на 1 га, при внесении Аммофоса – 12,00 тыс. руб. на 1 га.

Стоимость продукции при отвальной обработке почвы изменялась от 17,86 тыс. руб. на 1 га на варианте без внесения удобрений до 24,62 тыс. руб. на 1 га при совместном применении Аммофоса и Страда N. При применении удобрений Микроэл, Страда N и Азофит без предпосевного внесения Аммофоса этот показатель повышался до 19,30; 19,78 и 19,92 тыс. руб. на 1 га соответственно по вариантам опыта. Внесение только Аммофоса давало прибавку стоимости полученной продукции относительно неудобренного варианта на 2,49 тыс. руб. на 1 га, или 13,94 %. Использование минеральных и микробиологического удобрений для обработки посевов в дополнение к внесению Аммофоса повышало стоимость продукции на 4,84-6,76 тыс. руб. на 1 га.

При минимальной обработке почвы стоимость продукции была ниже, чем при вспашке, однако также отмечалось ее увеличение при использовании минеральных и микробиологического удобрений. Если на контроле она составляла

14,64 тыс. руб. на 1 га, то при совместном внесении минерального гранулированного удобрения Аммофос и некорневой подкормке микробиологическим удобрением Азофит этот показатель равнялся 20,50 тыс. руб. на 1 га. Внесение только Аммофоса давало прибавку относительно неудобренного варианта на 2,16 тыс. руб. на 1 га, или 14,75 %. При применении удобрений Микроэл, Страда N и Азофит без предпосевного внесения Аммофоса стоимость продукции составляла 16,42; 16,85 и 16,94 тыс. руб. на 1 га соответственно по вариантам опыта. При совместном применении удобрений в качестве некорневой подкормки (Микроэл, Страда N и Азофит) и предпосевным внесением Аммофоса стоимость продукции равнялась 19,97 20,35 и 20,50 тыс. руб. на 1 га соответственно по вариантам опыта.

Максимальное увеличение себестоимости 1 т зерна в среднем за годы исследований на вспашке отмечали на варианте с некорневой подкормкой удобрением Страда N (до 8,88 тыс. руб.). По сравнению с вариантом без внесения удобрений разница составила 0,41 тыс. руб., или 4,84 %. Увеличение этого показателя было также на варианте с применением Микроэла без предпосевного внесения Аммофоса (8,54 тыс.руб.) и на варианте с внесением Аммофоса без foliarной подкормки (8,84 тыс. руб.). На остальных анализируемых вариантах себестоимость 1 т зерна яровой твердой пшеницы была ниже, чем на варианте без применения как гранулированных, так и жидких удобрений. Максимальное снижение этого показателя при отвальной обработке почвы (до 8,21 тыс. руб.) было на варианте с совместным применением Аммофоса и Азофита.

На минимальной обработке почвы себестоимость 1 т зерна на вариантах без применения удобрений составляла 8,26 тыс. руб. Увеличение этого показателя отмечали на вариантах с внесением Страда N без предпосевного внесения Аммофоса (8,63 тыс. руб.), на варианте с внесением Аммофоса без foliarной подкормки (8,83 тыс. руб.) и на варианте с совместным внесением Аммофоса и обработкой посевов Страда N (8,49 тыс. руб.). На остальных вариантах себестоимость 1 т зерна яровой твердой пшеницы снижалась, максимальное ее

снижение относительно неудобренного варианта (до 7,91 тыс. руб.), как и на вспашке, было на варианте с применением Аммофоса и некорневой подкормкой Азофитом в фазы кущения и колошения.

Условный чистый доход на вспашке колебался от 7,36 тыс.руб./га на контроле до 10,52 тыс.руб./га при совместном внесении Аммофоса и жидкого комплексного удобрения Страда N в качестве листовой подкормки. При внесении только Аммофоса этот показатель повышался относительно неудобренного варианта на 0,49 тыс.руб./га, или на 6,65 %. При применении жидких удобрений Страда N, Микроэл и Азофит для обработки посевов без предпосевного внесения Аммофоса условный чистый доход повышался до 7,58; 7,85 и 8,46 тыс. руб. на 1 га соответственно по вариантам опыта. При применении Микроэла, страды N и Азофита и предпосевном внесении Аммофоса условный чистый доход составлял 9,35; 10,52 и 10,06 тыс. руб. на 1 га соответственно по вариантам опыта.

На минимальной обработке почвы условный чистый доход на варианте без внесения удобрений составлял 6,24 тыс. руб. на 1 га. При внесении только Аммофоса он повышался до 6,50 тыс. руб. на 1 га (прибавка по отношению к варианту без внесения удобрений составила 0,26 тыс. руб. на 1 га, или 4,16 %). Внесение минеральных и микробиологического удобрений в качестве листовой подкормки без предпосевного внесения Аммофоса повышало условный чистый доход до 6,75; 7,07 и 7,58 тыс. руб. на 1 га соответственно при применении страды N, Микроэла и Азофита.

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. Аналогичная тенденция наблюдалась на вариантах с некорневой подкормкой комплексными минеральными удобрениями Страда N и Микроэл: по вариантам опыта рентабельность производства снизилась до 62,10 и 68,52 %, что ниже варианта без внесения удобрений на 7,96 и 1,54 %. При предпосевном внесении Аммофоса и фолиарной обработке посевов жидкими

минеральными и микробиологическим удобрениями рентабельность производства зерна яровой твердой пшеницы варьировала от 70,07 до 75,33%. 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 предпосевого 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Азизов, З.М.** Ресурсосберегающие системы основной обработки почвы в 4-польном зернопаровом севообороте засушливой чернозёмной степи Поволжья / З.М. Азизов, В.В. Архипов, И.Г. Имашев – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2022. – № 4. – С. 12-17.
2. **Азизов, З.М.** Отзывчивость сортов озимой пшеницы на системы приёмов основной обработки почвы в сочетании с применением азотного удобрения в условиях Нижнего Поволжья / З.М. Азизов, В.В. Архипов, И.Г. Имашев – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2023. – № 3. – С. 17-21.
3. **Амаков, Ю.Н.** Оценка влияния энергосберегающей обработки почвы на урожайность яровой пшеницы / Ю.Н. Амаков – Текст: непосредственный // Аграрная наука в инновационном развитии агропромышленного комплекса Иркутской области: материалы очно-заочной науч.-практ. конф., посвящ. Дню Российской науки. – п. Молодежный, 2023. – С. 119-120.
4. **Амиров, М.Ф.** Влияние Микроэлементов и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / М.Ф. Амиров – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 4-2 (47). – С. 5-8.
5. **Андриевская, Л.П.** Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы в условиях Нижнего Поволжья / Л.П. Андриевская, Е.А. Шевяхова – Текст: непосредственный // Научно-агрономический журнал. – 2017. – № 1 (100). – С. 18-19.
6. **Антонов, В.Г.** Эффективность длительного применения минимальных способов обработки почвы в севооборотах / В.Г. Антонов, А.П. Ермолаев – Текст: непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 4 (65). – С. 87-92.
7. **Ахметзянов, М.Р.** Влияние систем основной обработки почвы и фонов питания на продуктивность культур звена полевого севооборота / М.Р. Ахметзянов,

И.П. Таланов – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 5. – С. 10-13.

8. **Ахмедова, С.О.** Роль приемов основной обработки почвы при возделывании сортов озимой пшеницы / С.О. Ахмедова, С.А. Курбанов, Н.Р. Магомедов, Д.С. Магомедова – Текст: непосредственный // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 3 (43). – С. 13-17.

9. **Бакаева, Н.П.** Влияние погодных условий, систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна яровой пшеницы / Н.П. Бакаева – Текст: непосредственный // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 12-19.

10. **Бакаева, Ю.Н.** Засорённость повторных посевов яровой пшеницы в No-till технологии / Ю.Н. Бакаева, Ф.Г. Бакиров – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (53). – С. 39–40.

11. **Бакаева, Ю.Н.** Способ обработки почвы как главный фактор формирования урожая яровой пшеницы / Ю.Н. Бакаева, И.В. Васильев, А.П. Долматов – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (82). – С. 43-47.

12. **Бакаева, Н.П.** Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений / Н.П. Бакаева, О.Л. Салтыкова – Текст: непосредственный // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. С. 3-9.

13. **Бакиров, Ф.Г.** Ресурсосберегающие технологии на черноземах южных Оренбургской области / Ф.Г. Бакиров, Г.В. Петрова, А.П. Долматов, Д.Г. Петров – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – №5. – С. 3–5.

14. **Белкин, А.А.** Влияние обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства почвы и урожайность зерновых культур / А. А. Белкин,

Н. В. Беседин – Текст: непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – Т. 5. – № 5. – С. 54–57.

15. **Беляев, А.И.** Биодобрения и минеральное питание - основа урожайности твердой пшеницы в зоне чернозема южного Нижнего Поволжья / А.И. Беляев, Н.Ю. Петров, А.М. Пугачева, Г.Н. Зверева – Текст: непосредственный // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2023. – № 2 (56). – С. 30-33.

16. **Беляев А. И.** Технологические аспекты формирования урожайности твердой пшеницы в зоне чернозема южного Волгоградской области / А.И. Беляев, Н.Ю. Петров, А.М. Пугачева, Г.Н. Зверева – Текст: непосредственный // Научная жизнь. – 2023. – Т. 18. – № 2 (128). – С. 213-220.

17. **Белоголовцев, В.П.** Комплексная диагностика параметров взаимосвязей минерального питания и формирования продуктивности орошаемых культур каштановой зоны Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / В.П. Белоголовцев. – Саратов, 2002. – 48 с. – Текст: непосредственный.

18. **Богдан, П.М.** Адаптивный потенциал яровой твердой пшеницы (*Triticum Durum* desf.) в условиях Приморского края / **П.М. Богдан**, А.Г. Клыков, И.В. Коновалова, Н.В. Кузьменко – Текст: непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184. – № 1. – С. 90-101.

19. **Богомазов, С.В.** Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в различных звеньях севооборота / С.В. Богомазов, П.А. Ильченко, М.А. Симонян, А.Г. Кочмин, Н.Н. Тихонов – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2016. – № 4 (41). – С. 2-8.

20. **Богомазов, С.В.** Фотосинтетический потенциал и урожайность агроценозов яровой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы и гуминовых удобрений / С.В. Богомазов, М.А. Симонян, О.А. Ткачук, Е.В. Павликова – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2017. – № 4 (45). – С. 23-29.

21. **Богомолова, Ю.А.** Изменение агрофизических свойств почвы и урожайности яровой пшеницы в зависимости от систем обработки почвы и удобрений в Волго-Вятском регионе / Ю.А. Богомолова, А.П. Саков, А.В. Ивенин – Текст: непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – № 5 (66). – С. 90-97.

22. **Бурунов, А.Н.** Формирование агрофитоценоза яровой мягкой пшеницы при применении жидких минеральных удобрений с Микроэлементами / А.Н. Бурунов [и др.] – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2020. – № 1 (112). – С. 12-15.

23. **Варавва, В.Н.** Повышаем урожайность проса, совершенствуя приемы агротехники / В.Н. Варавва , А.С. Берестовой – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2007. – №4(16). - С. 41-44.

24. **Васильев, И.В.** Влияние минимизации обработки почвы на условия развития и урожайность яровой пшеницы в степной зоне Южного Урала / И.В. Васильев, С.А. Федюнин, Д.В. Шустер – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (64). – С. 11-13.

25. **Васильев, А.С.** Роль некорневых подкормок в уходе за посевами яровых зерновых культур / А.С. Васильев, Н.Н. Иванютина, И.В. Горбачев – Текст: непосредственный // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2017. - № 2 (78). - С. 7-11.

26. **Волкова, Е.И.** Связь урожайности с тепло-влагообеспеченностью по фазам развития сельскохозяйственных культур / Е. И. Волкова – Текст: непосредственный // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – №2 (56). – С. 85 – 93

27. **Габдуллин, В.Р.** Влияние минеральных удобрений, предшественников и биопрепаратов на продуктивность яровой пшеницы / В.Р. Габдуллин, Л.А. Гараева – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – № 20. – С. 59-63.

28. **Галаганов, П.А.** Влияние агротехники на урожайность яровой мягкой и твердой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области / П.А. Галаганов, С.В. Раззаренов, А.Г. Савон – Текст: непосредственный // Молодые исследователи - современной науке: сб. статей III Междунар. науч.-практ. конф. – Петрозаводск, 2022. – С. 291-295.

29. **Гвоздов, А.П.** Изменение засоренности посевов и урожайности зерна озимой пшеницы под влиянием обработки почвы, боронования и применения гербицида / А.П. Гвоздов [и др.] – Текст: непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2. – С. 121-124.

30. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. 2. Агрохимикаты. М., 2020. – Текст непосредственный.

31. **Грунская, В.П.** Эффективность микробиологических удобрений на яровой пшенице в тульской области / В.П., Грунская В.В. Коломейченко – Текст: непосредственный // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (66). – С. 3-9.

32. **Данилов, А.Н.** Влияние удобрений и обработки почвы на элементы ее плодородия и урожайность яровой пшеницы на черноземах Поволжья / А.Н. Данилов, А.В. Летучий, Б.З. Шагиев – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2015. – № 3 (36). – С. 46-53.

33. **Дементьев, Д.А.** Зависимость урожайности яровой пшеницы от способов обработки почвы / Д.А. Дементьев – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2019. – № 21. – С. 113-115.

34. **Денисов, Е.П.** Влияние различных приемов основной обработки почвы и внекорневой подкормки на устойчивость к стрессу растений яровой пшеницы / Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, И.С. Полетаев, А.С. Линьков – Текст: непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 8. – С. 15-19.

35. **Денисов, Е.П.** Влияние стимуляторов роста на урожайность яровой пшеницы / Е.П. Денисов, И.С. Полетаев, Э.А. Лаперье – Текст: непосредственный // Вавиловские чтения-2015: сборник Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 128-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов, 2015. – С. 29-30.

36. **Денисов, Е.П.** Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании яровой пшеницы / Е. П. Денисов, А. П. Солодовников, Р. К. Биктеев – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2011. – № 3(20). – С. 21-25.

37. **Денисов, Е.П.** Изменение стрессовой ситуации растений яровой пшеницы при внекорневой подкормке удобрениями и биопрепаратами / Е.П. Денисов [и др.] – Текст: непосредственный // Аграрный научный журнал. - 2018. - № 4. - С. 9-12.

38. **Доспехов, Б.А.** Методика опытного дела: с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов – Текст: непосредственный. М.: Колос, 1985. – 351 с.

39. **Дубовик, Д.В.** Эффективность различных способов основной обработки почвы и прямого посева при возделывании озимой пшеницы на черноземных почвах / Д.В. Дубовик, В.И. Лазарев, А.Я. Айдиев, Б.С. Ильин – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 12. – С. 26-29.

40. **Дудкин, И.В.** Экологизация земледелия и защиты растений / И.В. Дудкин, В.М. Дудкин, А.Я. Айдиев, Н.И. Стрижков, Т.А. Дудкина – Текст: непосредственный // Ландшафтное земледелие - основа высокоэффективного производства: материалы Всерос. науч.-произ. конф. – Белгород, 2017. – С. 101-111.

41. **Дурынина, Е.П.** Влияние биопрепаратов Альбит на продуктивность ячменя и содержание биофильных элементов в урожае / Е.П. Дурынина, О.П. Пахненко, А.К. Злотников, К.М. Злотников – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2006. – №1. – С. 1-6.

42. **Еремина, Р.Ф.** Рациональное использование растительных остатков как удобрений / Р.Ф. Еремина, С.А. Правдина, В.Н. Недбаев – Текст: непосредственный // Проблемы развития сельского хозяйства центрального Черноземья. – Курск, 2005. – С. 69–71.

43. **Завалин, А.А.** Научно обоснованные агротехнологии – основа успеха / А.А. Завалин – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2014. – № 3. – С. 30–32.

44. **Завалин, А.А.** Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / А.А. Завалин, А.П. Кожемяков, О.А. Андреев – Текст: непосредственный. – СПб.: Химиздат, 2010. – 64 с.

45. **Зайцева, О.А.** Применение микроудобрений в технологии возделывания яровой пшеницы / О.А. Зайцева, В.С. Кулинич – Текст: непосредственный // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIX Междунар. науч. конференции. – 2022. – С. 172-180.

46. **Заргарян, Н.** Эффективность применения фунгицидов и биопрепаратов на яровой пшенице / Н. Заргарян, А. Кекало – Текст: непосредственный // Главный агроном. – 2012. – № 9. – С. 55.

47. **Заушинцена, А.В.** Влияние ресурсосберегающих способов основной обработки чернозема обыкновенного на показатели общей биологической активности и урожайность зерновых культур / А.В. Заушинцена, В.Н. Романов, Н.В. Кожевников – Текст: непосредственный // Самарский научный вестник. – 2018. – Т. 7. – № 3 (24). – С. 41-48.

48. **Захаренко, В. А.** Экономическая целесообразность системы защиты зерновых культур в России / В.А. Захаренко – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 7. – С. 5–8.

49. **Зинченко, В.Е.** Влияние приёмов возделывания на продуктивность яровой пшеницы в условиях обыкновенных чернозёмов / В.Е. Зинченко, А.В. Гринько, Н.Н. Вошедский, В.А. Кулыгин – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 49-53.

50. **Зудилин, С.Н.** Влияние многофункционального биопрепарата с микроудобрениями на урожайность яровой твердой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / С.Н. Зудилин, О.А. Оленин, А.Ю. Василюко – Текст: непосредственный // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира: тезисы докладов Междунар. науч.-практ. конф. – Благовещенск, 2022. – С. 167.

51. **Евдокимов, М.Г.** Влияние продолжительности периода вегетации на формирование хозяйственно ценных признаков твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири / Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Пахотина И.В. – Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 11 (188). – С. 19-26.

52. **Иванова, О.М.** Эффективность комплексных удобрений с Микроэлементами на посевах яровой пшеницы / О.М. Иванова – Текст: непосредственный // Сахарная свекла. – 2021. – № 3. – С. 31-33.

53. **Ивенин, В.В.** Сравнительная эффективность технологий возделывания зерновых культур в звене севооборота на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, К.В., Шубина Н.А. Минеева – Текст: непосредственный // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3 (6). – С. 27-32.

54. **Исмагилов, Р.Р.** Качество и технология производства хлебопекарного зерна пшеницы / Р. Р. Исмагилов, Р. А. Хасанов – Текст: непосредственный. – Уфа: Гилем, 2005. – 200 с

55. **Карамышева, А.Г.** Оценка влияния микробиологических удобрений на накопление питательных элементов растениями и продуктивность яровой пшеницы в технологии No-till / А.Г. Карамышева, А.В. Пинягина, Н.А. Терехин –

Текст: непосредственный // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. молодых ученых. – Пенза, 2021. – С. 43-46.

56. **Каргин, В.И.** Эффективность биопрепаратов в посевах яровой пшеницы / В.И. Каргин, С.Н. Немцев, Р.А. Захаркина, Ю.И. Каргин – Текст: непосредственный // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 1. – С. 24.

57. **Каримова, Л.З.** Изучение приемов основной обработки почвы и удобрений при выращивании яровой пшеницы / Л.З. Каримова, Р.В. Миникаев, И.П. Таланов – Текст: непосредственный // Агрехимический вестник. – 2015. – № 6. – С. 11-13.

58. **Карипов, Р.Х.** Ресурсосберегающие технологии на основе сокращенной и нулевой обработки почвы в условиях сухостепной зоны / Р.Х. Карипов, И.И. Жумагулов – Текст: непосредственный // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 30-4. – С. 14-16.

59. **Кефели, В. И.** Рост растений / В.И. Кефели – Текст: непосредственный. – М.: Колос, 1984. – 180 с.

60. **Конищев, А.А. Гарифуллин И.И.** Влияние взаимодействия сорта яровой пшеницы с технологиями обработки почвы и дозами азотных удобрений на стабильность межгодовой урожайности / А.А. Конищев, И.И. Гарифуллин // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14. – № 6. – С. 70-76.

61. **Корягин, Ю.В.** Влияние бактериальных препаратов и Микроэлементов на рост и развитие надземной биомассы растений яровой пшеницы / Ю.В. Корягин, Н.В. Корягина – Текст: непосредственный // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 85-89.

62. **Костин, В.И.** Совместное применение комплексных удобрений и Микроэлементов при возделывании яровой твердой пшеницы / В.И. Костин, С.Н.

Решетникова, Н.В. Смирнова – Текст: непосредственный // Сахарная свекла. – 2019. – № 1. – С. 28-32.

63. **Котляр, А.И.** Особенности адаптивной селекции проса посевного для центральных регионов России / А.И. Котляр, В.С. Сидоренко – Текст: непосредственный // Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве: сборник науч. материалов Шатиловских чтений. – Орёл, 2011. – С. 179-186.

64. **Кравченко, Р.В.** Влияние основной обработки почвы на агрофизические показатели почвы под посевами озимой пшеницы / Р.В. Кравченко, С.С. Терехова, Д.С. Гречищев – Текст: непосредственный // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 176. – С. 96-107.

65. **Крищук, О.В.** Засоренность и урожайность яровой пшеницы по основной обработке почвы в северной лесостепи Тюменской области / О.В. Крищук, Н.В. Фисунов – Текст: непосредственный // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: сб. трудов LVII Студ. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2022. – С. 102-110.

66. **Крылова, С.Н.** Урожайность яровой пшеницы при разных видах предпосевной обработки почвы / С.Н. Крылова – Текст: непосредственный // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Сборник статей. Отв. за выпуск Н.М. Итешина. – Ижевск, 2022. – С. 197-200.

67. **Кузина, Е.В.** Влияние обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Е.В. Кузина – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 28-33.

68. **Кузина, Е.В.** Эффективность различных способов основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Е.В. Кузина, С.Н. Немцев – Текст: непосредственный // Известия

Самарского научного центра Российской академии наук. – 2019. – Т. 21. – № 6 (92). – С. 53-57.

69. **Кузьминых, А.Н.** Влияние способов предпосевной обработки почвы на засоренность посевов и урожайность яровой пшеницы / А.Н. Кузьминых, Е.А. Суворова – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2020. – № 22. – С. 57-60.

70. **Кузьминых, А.Н.** Урожайность яровой пшеницы при различных системах предпосевной обработки почвы / А.Н. Кузьминых – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (96). – С. 23-30.

71. **Кумаков, В.А.** Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии / В. А. Кумаков – Текст: непосредственный. Москва : Росагропромиздат, 1988. – 102,[2] с. : ил.; 20 см.; ISBN 5-260-00268-7 : 25 к.

72. **Куркина, Ю. Н.** Повышение посевных качеств семян бобовых культур под действием регуляторов роста / Ю.Н. Куркина – Текст: непосредственный // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2009. – № 11. – С. 10–13.

73. **Ленточкин, А.М.** Технологии прямого посева яровой пшеницы / А.М. Ленточкин, П.Е Ширококов., Л.А. Ленточкина – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 9-13.

74. **Лука, Н.А.** Роль основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы / Н.А. Лука, Р.Ф. Халиуллин, С.С. Миллер – Текст: непосредственный // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сб. трудов LVII науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Тюмень, 2023. – С. 54-56.

75. **Ляшков, И.В.** Агроэкологическая оценка применения некорневых подкормок на яровой пшенице в условиях меняющегося климата / И.В. Ляшков,

К.Н. Бирюков, А.И. Грабовец, С.А. Коваленко – Текст: непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 3 (43). – С. 66-72.

76. **Максименко, Е.П.** Влияние поликомпонентного удобрения "Reasil Micro Hydro mix " на урожайность риса / Е.П. Максименко, А. Х., Шеуджен В. С. Ковалев – Текст: непосредственный // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 102 (08). – С. 1–13.

77. **Мальчиков П. Н.** Качество клейковины сортов яровой твердой пшеницы Самарского НИИСХ и информативность параметров качества / **П. Н. Мальчиков**, Е. Н. Шаболкина, М. Г. Мясникова, Л. В. Пронович – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. – № 6. – С. 37-43.

78. **Манылова, О.В.** Эффективность биофунгицидов против корневых гнилей и септориоза озимой пшеницы в условиях лесостепи Алтайского Приобья / О. В. Манылова, В. Н. Чернышков, М. И. Карташов – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – №5 (163). – С. 54–58.

79. **Мерзлая, Г.Е.** Агроэкологическая оценка длительного применения органических и минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы в агротехнологиях разной интенсивности / Г.Е. Мерзлая, И.В. Понкрятенкова, А.Ю. Гаврилова – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2019. – № 9. – С. 18-25.

80. **Мещеряков, В.А.** Влияние предпосевной обработки семян бактериальными препаратами на урожайность яровой твердой пшеницы / В.А. Мещеряков – Текст: непосредственный // Аграрные конференции. – 2022. – № 4 (34). – С. 1-4.

81. **Миллер, С.С.** Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и урожайность яровой пшеницы в тюменской области / С.С. Миллер, Е.А., Флянц Е.А. Елисеева – Текст: непосредственный // Агропродовольственная политика России. – 2021. – № 5-6. – С. 10-14.

82. **Милюткин, В.А.** Повышение качества яровой твердой пшеницы инновационной технологией дробного применения азотных жидких минеральных удобрений КАС в разные фазы развития / В.А. Милюткин, В.Н. Сысоев, О.А. Блинова, С.П. Кузьмина – Текст: непосредственный // Самара АгроВектор. – 2022. – Т. 2. – № 3. – С. 2-13.

83. **Милюткин, В.А.** Комплексное обеспечение инновационных технологий производства сельскохозяйственных культур с применением жидких азотных удобрений КАС / В.А. Милюткин, В.Н. Сысоев, А.Н. Макушин, Н.Г. Длужевский – Текст: непосредственный // Вестник ИрГСХА. – 2022. – № 108. – С. 19-31.

84. **Милюткин, В.А.** Эффективные сеялки Primer DMC для зерновых (пшеница) по технологии Mini-till с инновационными удобрениями (АО "Евротехника", ПАО "Куйбышевазот", г. Самара) / В.А. Милюткин – Текст: непосредственный // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф. – Кинель, 2023. – С. 128-136.

85. **Милюткин, В.А.** Инновационные технологии, удобрения и специальные комплексы машин для выращивания яровой пшеницы высокой классности / В.А. Милюткин, А.В. Милехин, Н.Г. Длужевский, В.Н. Сысоев, А.Н. Макушин – Текст: непосредственный // Сурский вестник. – 2023. – № 1 (21). – С. 28-32.

86. **Митрофанов, Д.В.** Влияние влажности, целлюлозолитической активности почвы и макроэлементов питания на урожайность твердой пшеницы в степной зоне Оренбургской области / Д.В. Митрофанов – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15. – № 1 (72). – С. 90-100.

87. **Михайлова, З.И.** Влияние способов обработки почвы на продуктивность зерновых культур / З.И. Михайлова, А.А. Михайлов, О.В. Вакуленко – Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 4 (115). – С. 10-15.

88. **Михайлова, О.П.** Перспективы возделывания твердой пшеницы в России / О.П. Михайлова, С.Б. Сулейменова, Д.В. Ефименко – Текст: непосредственный // Исследования молодых ученых: материалы LIX Междунар. науч. конф. / под редакцией И.Г. Ахметова [и др.]. – Казань, 2023. – С. 35-40.

89. **Муравьева, И.С.** Влияние способов основной обработки почвы и микроудобрений на структуру урожая яровой пшеницы / И.С. Муравьева, В.А. Сергеева – Текст: непосредственный // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: материалы Междунар. студенческой научной конф. – 2022. – С. 49-50.

90. **Негин, Н.О.** Возделывание яровой пшеницы по способам основной обработки почвы в северной лесостепи Тюменской области / Н.О. Негин, С.С. Миллер – Текст: непосредственный // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сб. трудов LVII науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Тюмень, 2023. – С. 66-69.

91. **Никитин, А.А.** Влияние предпосевной и послепосевной обработки почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / А.А. Никитин, М.П. Маслова, О.В. Коробейникова, О.В. Эсенкулова – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы эффективного использования агрохимикатов и воспроизводства плодородия почв: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почётного работника высшей школы Российской Федерации, профессора Александра Степановича Башкова. – Ижевск, 2022. – С. 294-299.

92. **Никитин, С.Н.** Возможности минимизации обработки почвы в лесостепи Среднего Поволжья / С.Н. Никитин, М.М. Сабитов, С.А. Захаров – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № S5 (14). – С. 70-81.

93. **Николаев, В.А.** Влияние разных способов обработки на структуру почвы и урожайность озимой пшеницы / В.А. Николаев, И.Ф. Биналиев – Текст:

непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 8 (154). – С. 18-23.

94. **Носкова, Е.В.** Действие систем обработки почвы и удобрений на агрохимические показатели плодородия и урожайность яровой пшеницы / Е.В. Носкова – Текст: непосредственный // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 4 (52). – С. 17-22.

95. **Окорков, В.В.** К совершенствованию агротехники возделывания яровой пшеницы / В.В. Окорков, Н.А. Батяхина – Текст: непосредственный // Владимирский земледелец. – 2018. – № 2 (84). – С. 16-19.

96. **Оленин, О.А.** Биологизация технологии возделывания яровой пшеницы и производство экологически безопасного зерна / О.А. Оленин – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2016. – № 2. – С. 8–13.

97. **Оленин, О.А.** Яровая пшеница, земледелие и геополитика / О.А. Оленин – Текст: непосредственный // Пермский аграрный вестник. 2016. №: 2 (14). – С. 72-81

98. **Османова, С.А.** Сравнительная оценка влияний обработки почв и удобрений на урожайность озимой пшеницы / С.А. Османова – Текст: непосредственный // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 11 (24). – С. 132-138.

99. **Парамонов, А.В.** Влияние минеральных удобрений на урожайность и сбор белка яровой пшеницы при безотвальной обработке почвы / А.В. Парамонов – Текст: непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 11-1 (38). – С. 58-61.

100. **Пашкова, Г.И.** Влияние способов основной обработки почвы и предшественников на продуктивность яровой пшеницы / Г.И. Пашкова – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (89). – С. 104-107.

101. **Петрова, Г.В.** Перспективы и особенности возделывания яровой твердой пшеницы в Оренбургской области / Г.В. Петрова, Ф.Г. Бакиров, И.В.

Васильев, В.Б. Шукин, А.П. Долматов – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 11. – С. 21-25.

102. **Плескачѳв, Ю.Н.** Основная обработка почвы, способы посева и удобрение яровой пшеницы птичьим пометом в условиях Республики Нигерия / Ю.Н. Плескачѳв, А.И. Беленков, У.М. Сабо. – Текст: непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 4 (44). – С. 83-90.

103. **Плотникова, Л.Я.** Результаты изучения засухоустойчивости твердой пшеницы и ее компонентов в западной Сибири / Л.Я. Плотникова, Д.А. Глушаков, В.С. Юсов – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (48). – С. 56-70.

104. **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 – Текст: непосредственный // Аграрные конференции. – 2023. – № 2 (38). – С. 16-23.

105. **Поляков, Д.П.** Влияние способа основной обработки почвы на урожайность яровых зерновых культур (ячменя и пшеницы) в полупустынной зоне Северного Прикаспия / Д.П. Поляков, В.А. Федорова, В.А. Еремин – Текст: непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 8. – С. 36-41.

106. **Пшеница** / Информационно-аналитический портал для крестьянских фермерских хозяйств – Текст : электронный. – URL: <http://fermer.zol.ru/a/15665/?module=a¶m1=15665>. – Дата доступа: 15.04.2015.

107. **Редяева, Д.С.** Влияние обработки почвы и системы удобрений на продуктивность яровой пшеницы / Д.С. Редяева, А.С. Герасимова – Текст: непосредственный // Молодежь. Наука. Инновации: сб. научных трудов по материалам Всерос науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. – Ярославль, 2022. – С. 21-25.

108. **Рзаева, В.В.** Влияние основной обработки на свойства почвы при возделывании яровой пшеницы / В.В. Рзаева – Текст: непосредственный // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2 (65). – С. 33-37.

109. **Рзаева, В.В.** Влияние способа и глубины основной обработки почвы на урожайность яровой пшеницы в северной лесостепи тюменской области / В.В. Рзаева, В.А. Федоткин – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5 (67). – С. 21-23.

110. **Романенко, А.А.** Влияние различных систем обработки почвы и удобрения на плодородие почвы и урожайность озимой пшеницы / А.А. Романенко, В.М. Кильдюшкин, А.Г. Солдатенко, Е.Г. Животовская – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 3. – С. 26-29.

111. **Романов, В.Н.** Влияние минимализации обработки на твердость почвы и урожайность яровой пшеницы в открытой части лесостепи Красноярского края / В.Н. Романов, Н.В. Цугленок, А.В. Ефимов – Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 3 (192). – С. 27-34.

112. **Сабитов, М.М.** Ресурсосберегающие модели технологий возделывания яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / М.М. Сабитов, С.А. Захаров – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (63). – С. 53-58.

113. **Сабитов, М.М.** Влияние предпосевной обработки почвы на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья / М.М. Сабитов – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 3 (67). – С. 31-35.

114. **Семенихина, Ю.А.** Влияние способов основной обработки почвы на влаготемпературный режим почвы и урожайность озимой пшеницы / Ю.А. Семенихина, С.И. Камбулов – Текст: непосредственный // Мелиорация и гидротехника. – 2021. – Т. 11. – № 3. – С. 182-193.

115. **Семенова, Е.А.** Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений под яровую пшеницу в условиях Зауралья / Е.А. Семенова, Р.А. Афанасьев – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2019. – № 2 (107). – С. 11-13.

116. **Семина, С.А.** Комплексные удобрения с Микроэлементами и формирование продуктивности яровой мягкой пшеницы / С.А. Семина, Н.И. Остробородова – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2020. – № 2 (55). – С. 40-45.

117. **Синецков, В.Е.** Влияние минимизации основной обработки почвы на предуборочную густоту растений и урожайность яровой пшеницы / В.Е. Синецков, Н.В. Васильева – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2017. – № 10. – С. 68-72.

118. **Сокурова, Л.Х.** Просо как промежуточная культура / Л.Х. Сокурова – Текст: непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – №3. – С. 47.

119. **Солодовников, А.П.** Продуктивность яровых культур при минимализации основной обработки почвы в условиях Саратовского Правобережья / А.П. Солодовников, Е.П. Денисов, Ф.П. Четвериков, А.Д. Яников – Текст: непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 3. – С. 60-67.

120. **Сорокина, И.Ю.** Эффективность возделывания яровой пшеницы при различных способах выращивания / И.Ю. Сорокина – Текст: непосредственный // Междисциплинарные исследования науки и техники: III Междунар. науч.-практ. конф. – Мельбурн, 2022. – С. 234-240.

121. **Стаценко, А.П.** Аминокислотный комплекс как фактор засухоустойчивости яровой пшеницы / А.П. Стаценко, Ю.А. Юрова – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК России. – 2015. – С. 93–96.

122. **Сулейменова, С.Б.** Минеральные удобрения как фактор повышения продуктивности яровой твердой пшеницы / С.Б. Сулейменова, О.П. Михайлова –

Текст: непосредственный // GLOBAL SCIENCE: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2023. – С. 66-68.

123. **Сурков, А.Ю.** Технологическая информативность показателей качества зерна и пшена и использование ее в селекционном процессе / А.Ю. Сурков – Текст: непосредственный // Современные проблемы сохранения плодородия черноземов: сборник науч. докладов Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию выхода в свет книги В.В. Докучаева «Русский чернозем». – Каменная Степь, 2013. – С. 262–264.

124. **Титков, В.И.** Оптимизация технологии возделывания крупяных культур – Текст: непосредственный // Наука и хлеб: сб. науч. тр. / В.И. Титков [и др.]. – Оренбург, 2000. – Вып. 6. – С. 217–221.

125. **Тхазеплова Ф.Х.** Качество зерна пшеницы в зависимости от агроприемов / **Ф.Х. Тхазеплова**, К.Г. Магомедов, Х.А. Хамоков, Ю.М. Шогенов, А.Л. Бозиев – Текст: непосредственный // Проблемы развития АПК региона. – 2023. – № 1 (53). – С. 86-92.

126. **Фомин, Д.С.** Применение минеральных удобрений и микробиологических препаратов под яровую пшеницу на дерново-подзолистой почве в Пермском крае / Д.С. Фомин [и др.] – Текст: непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 1 (21). – С. 93-98.

127. **Фомичев, Г.А.** Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на потребление элементов питания и урожай подсолнечника на черноземах южных Поволжья / Г.А. Фомичев , К.В. Корсаков, В.В. Пронько – Текст: непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2011. – №5. – С. 37–39.

128. **Фролова, Е.Ю.** Влияние регуляторов роста и Микроэлементов на морфофизиологические показатели и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Е.Ю. Фролова. Пенза, 2016. – Текст: непосредственный

129. **Чайлахян, М.Х.** Химическая регуляция роста и цветения растений / М. Х. Чайлахян, М. М. Гудеова, Л. П. Хлопенкова – Текст: непосредственный // Вестник АН СССР. – 1969. – № 10. – С. 35 – 45

130. **Чевердин, Ю.И.** Влияние минимизации приемов основной обработки почвы на плотность сложения чернозема сегрегационного и урожайность озимой пшеницы / Ю.И. Чевердин, С.В. Сапрыкин, И.А. Пшеничная – Текст: непосредственный // Агрехимия. – 2018. – № 10. – С. 12-26.

131. **Чекаев, Н.П.** Влияние микробиологических удобрений на содержание макроэлементов в растениях и в урожае яровой пшеницы / Н.П. Чекаев, А.А. Галиуллин, Е.В. Акимова – Текст: непосредственный // АПК России: образование, наука, производство: сборник статей IV Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. / под научной ред. М.К. Садыговой, М.В. Беловой, А.А. Галиуллина. – Пенза, 2022. – С. 181-186.

132. **Черкасов, Г.Н.** Теоретические основы формирования агротехнологической политики применения нулевых и поверхностных обработок почвы под зерновые культуры для модернизации земледелия / Г.Н. Черкасов [и др.]. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2012. 76 с. – Текст: непосредственный.

133. **Черкасов, Г.Н.** Основные направления агротехнологической модернизации земледелия / Г.Н. Черкасов – Текст: непосредственный // Агротехнологическая модернизация земледелия: материалы Всерос. науч-практич. конф. – Курск, 2013. – С. 3–6.

134. **Шарков, И.Н.** Минимизация обработки и ее влияние на плодородие почвы / И.Н. Шарков – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2009. – № 3. – С. 24-27.

135. **Шевелуха, В.С.** Рост растений и его регуляция в онтогенезе / В.С. Шевелуха. – М.: Колос, 1992. 594 с. – Текст: непосредственный.

136. **Шерер, Д.В.** Системы обработки почвы как драйвер развития точного земледелия / Д.В. Шерер, Н.Н. Чуманова, М.С. Ракина – Текст: непосредственный // Агротехнологическая модернизация земледелия: материалы Всерос. науч-практич. конф. – Курск, 2013. – С. 181-186.

137. **Щукин, В. Б.** Практикум по физиологии растений / В. Б. Щукин, А. А. Громов. – Оренбург, 2004. – С. 24–36. – Текст: непосредственный.
138. **Яковлев, А.В.** Влияние удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы в условиях Предгорной зоны / А.В. Яковлев – Текст: непосредственный // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1. – С. 37-41.
139. **Яковлев, А.В.** Влияние удобрений на вынос элементов питания яровой пшеницей в условиях предгорной зоны / А.В. Яковлев – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 7 (213). – С. 5-10.
140. **Якушкина, Н.И.** Физиология растений: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 032400 «Биология» / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – М., 2005. – 463 с. – Текст: непосредственный.
141. **Ярцев, Г.Ф.** Продуктивность сортов яровой твердой пшеницы на южных чернозёмах Оренбургской области Российской Федерации / Г.Ф. Ярцев, Р.К. Байкасенов, Г.Ж. Ещанова – Текст: непосредственный // Наука и образование. – 2022. – № 2-1 (67). – С. 185-193.
142. **Ярцев Г.Ф.** Урожайность и структура урожая сортов яровой твердой пшеницы на южных черноземах Оренбургской области / Г.Ф. Ярцев, Р.К. Байкасенов, К.Г. Абашидзе, М.Г. Кривопапов, К.А. Сафронов, А.В. Солодухина – Текст: непосредственный // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: материалы Нац. науч.-практ. конф. с Международным участием. – Оренбург, 2023. – С. 197-201.
143. **Friend, D. J. C.** Tillering and leaf production in wheat as affected by temperature and light intensity / D. J. C. Friend // Canadian Journal of Botany. 2011. – No. 43. – P. 1063–1076. – Text : direct
144. **Acharya, U., Chatterjee, A., Daigh, A. L. M.** Effect of subsurface drainage, crop rotation, and tillage on crop yield in Fargo clay soil / U. Acharya , A.

Chatterjee, A. L. Daigh // Journal of soil and water conservation. – 2019. – Vol. 74. – Iss. 5. – P. 456-465. – Text : direct

145. **Adee, E., Hansel, F.D., Diaz, D.A.R., Janssen, K.** Corn Response as Affected by Planting Distance from the Center of Strip-Till Fertilized Rows / E. Adee, F.D. Hansel, D.A.R. Diaz, K. Janssen // Frontiers in plant science. 2016. Vol. 7. No. 1232. DOI: 10.3389/fpls.2016.01232. – Text : direct

146. **Afshar, Reza Keshavarz, Nilahyane, Abdelaziz, Chen, Chengci, He, Huaqin, Stevens, W. Bart, Iversen, William M.** Impact of conservation tillage and nitrogen on sugarbeet yield and quality / Reza Keshavarz Afshar, Abdelaziz Nilahyane, Chengci Chen, Huaqin He, W. Bart Stevens, M. Iversen William // Soil & tillage research. – 2019. – Vol. 191. – P. 216-223. – Text : direct

147. **Akin, D., Rigsby, L.** Influence of phenolic acids on rumen / D. Akin, L. Rigsby // Agron. J. – 1985. – Vol. 77. – No. 1. – P. 180-182. – Text : direct

148. **Akter, N., Islam, M.R.** Heat stress effects and management in wheat: A review / N. Akter, M.R. Islam // Agronomy for Sustainable Development. – 2017. – 37(5). P. 1-17. – Text : direct

149. **Alscher, R.G., Erturk, N., Heath, L.S.** Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress plants / R.G. Alscher, N. Erturk, L.S. Heath // J. Exp. Bot. - 2002. - Vol. 53. – No. 372. - P. 1331– 1341. – Text : direct

150. **Benincasa, P., Zorzi, A., Panella, F., Tosti, G., Trevini, M.** Strip tillage and sowing: is precision planting indispensable in silage maize? / P. Benincasa, A. Zorzi, F. Panella, G. Tosti, M. Trevini // International journal of plant production. – 2017. – Vol. 11. – Iss. 4. – P. 577-587. – Text : direct

151. **Canales, E., Bergtold, J.S., Williams, J.R.** Modeling the Choice of Tillage Used for Dryland Corn, Wheat and Soybean Production by Farmers in Kansas / E. Canales, J.S. Bergtold, J.R. Williams // Agricultural and resource economics review. – 2018. – Vol. 47. – Iss. 1. – P. 90-117. – Text : direct

152. **Diggle, A. J., Neve, P. B., Smith, F. P.** Herbicides used in combination can reduce the probability of herbicide resistance in finite weed populations / A. J. Diggle, P.

B. Neve, F. P. Smith // Weed Research. – 2003. – Vol. 43. – Iss. 5. – P. 371–382. – Text : direct

153. FAO. World Food and Agriculture-FAO Statistical Pocketbook. Rome, Italy: FAO; 2015. – Text : direct

154. **Chaves, M.S., Martinelli, J.A., Wesp-Guterres, C., Graichen, F.A.S., Brammer, S.P., Scagliusi, S.M.** The importance for food security of maintaining rust resistance in wheat / M.S. Chaves, J.A. Martinelli, C. Wesp-Guterres, F.A.S. Graichen, S.P. Brammer, S.M. Scagliusi // Food Security. – 2013. No. 5(2). P. 157-176. – Text : direct

155. **Chen, G.H., Kolb, L., Cavigelli, M.A., Weil, R.R., Hooks, C.R.R.** Can conservation tillage reduce N₂O emissions on cropland transitioning to organic vegetable production? / G.H. Chen, L. Kolb, M.A. Cavigelli, R.R. Weil, C.R.R. Hooks // Science of the total environment. – 2018. – Vol. 618. – P. 927-940. – Text : direct

156. Current Trends in Wheat Research / Edited by Mahmood-ur-Rahman Ansari. Published: May 11th, 2022. DOI: 10.5772/intechopen.103763. – Text : direct

157. **Daigh, A.L.M., DeJong-Hughes, J., Gatchell, D.H., Derby, N.E., Alghamdi, R., Leitner, Z.R., Wick, A., Acharya, U.** Crop and Soil Responses to On-Farm Conservation Tillage Practices in the Upper Midwest / A.L.M. Daigh, J. DeJong-Hughes, D.H. Gatchell, N.E. Derby, R. Alghamdi, Z.R. Leitner, A. Wick, U. Acharya // Agricultural & environmental letters. – 2019. – Vol. 4. – Iss. 1. – DOI: 10.2134/ael2019.03.0012. – Text : direct

158. **Darapuneni, M.K., Angadi, S.V., Begna, S., Lauriault, L.M., Umesh, M.R., Kirksey, R., Marsalis, M.** Grain Sorghum Water Use Efficiency and Yield Are Impacted by Tillage Management Systems, Stubble Height, and Crop Rotation / M.K. Darapuneni, S.V. Angadi, S. Begna, L.M. Lauriault, M.R. Umesh, R. Kirksey, M. Marsalis // Crop forage & turfgrass management. – 2017. – Vol. 3. – Iss. 1. – DOI: 10.2134/cftm2016.09.0062. – Text : direct

159. **Fernandez, F.G., Sorensen, B.A., Villamil, M.B.** A Comparison of Soil Properties after Five Years of No-Till and Strip-Till / F.G. Fernandez, B.A Sorensen.,

M.B. Villamil // Agronomy journal. – 2015. – Vol. 107. – Iss. 4. – P. 1339-1346. – Text : direct

160. **Jaskulska, I., Galezewski, L., Piekarczyk, M., Jaskulski, D.** Strip-till technology - a method for uniformity in the emergence and plant growth of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) in different environmental conditions of Northern Poland / I. Jaskulska, L. Galezewski, M. Piekarczyk, D. Jaskulski // Italian journal of agronomy. – 2018. – Vol. 13. – Iss. 3. – P. 194-199. – Text : direct

161. **Jaskulska, I., Galazka, A., Jaskulski, D.** Strip-till as a means of decreasing spatial variability of winter barley within a field scale / I. Jaskulska, A. Galazka, D. Jaskulski // Acta agriculturae Scandinavica section b-soil and plant science. – 2019. – Vol. 69. – Iss. 6. – P. 516-527. – Text : direct

162. **Jokela, D., Nair, A.** No Tillage and Strip Tillage Effects on Plant Performance, Weed Suppression, and Profitability in Transitional Organic Broccoli Production / D. Jokela, A. Nair // Hortscience. – 2016. – Vol. 51. – Iss. 9. – P. 1103-1110. – Text : direct

163. **Gaj, R., Budka, A., Przybyl, J.** Effect of different tillage systems on the macronutrient content and uptake in sugar beets / R. Gaj, A. Budka, J. Przybyl // Journal of elementology. – 2015. – Vol. 20. – Iss. 4. – P. 839-853. – Text : direct

164. **Galstyan, S.B., Arakelyan, A.A., Atalyan, S.L., Minasyan, H.V.** Impact of methods of soil cultivation and timing of fertilization on increasing the drought resistance of winter wheat in natural conditions / S.B. Galstyan, A.A. Arakelyan, S.L. Atalyan, H.V. Minasyan // Известия высоких технологий. – 2022. – № 2 (21). – С. 47-55. – Text : direct

165. **Gyrka, A.D., Viniukov, O.O., Gyrka, T.V., Bokun, O.I., Kulyk, A.O.** Efficiency of growing winter wheat depending on the soil tillage and sowing systems / A.D. Gyrka, O.O. Viniukov, T.V. Gyrka, O.I. Bokun, A.O. Kulyk // Grain crops. – 2019. Vol. . 3. – No. 1. – P. 62-67. – Text : direct

166. **Lapshinov, N. A., Pakul, V. N., Bozhanova, G. V., Kuksheneva, T. P.** Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies /

N. A. Lapshinov, V. N. Pakul, G. V. Bozhanova, T. P. Kuksheneva // Research Journal of international Studies // Mezhdunarodnyj 32 Вестник Казанского ГАУ. – 2021. – № 1(61). – Text : direct

167. **Manandhar, R., Wang, K.H., Hooks, C.R.R., Wright, M.G.** Effects of strip-tilled cover cropping on the population density of thrips and predatory insects in a cucurbit agroecosystem / R. Manandhar, K.H. Wang, C.R.R. Hooks, M.G. Wright // Journal of Asia-Pacific entomology. – 2017. – Vol. 20. – Iss. 4. – P. 1254-1259. – Text : direct

168. **Matin, M.A., Desbiolles, J.M.A., Fielke, J.M.** Strip-tillage using rotating straight blades: Effect of cutting edge geometry on furrow parameters / M.A. Matin, J.M.A. Desbiolles, J.M. Fielke // Soil & tillage research. – 2016. – Vol. 155. – P. 271-279. – Text : direct

169. **Na, C.I., Cook, A.M., Rowland, D.L., Wright, D.L., Bennett, J.M., Smith, A., Ferrell, J.A., Mulvaney, M.J.** Rotating peanut into established bahiagrass pastures: identifying sustainable tillage operations / C.I. Na, A.M. Cook, D.L. Rowland, D.L. Wright, J.M. Bennett, A. Smith, J.A. Ferrell, M.J. Mulvaney // Journal of crop improvement. – 2018. – Vol. 32. – Iss. 3. – P. 353-372. – Text : direct

170. **Nelson, K.A.** Winter Annual Weed Response to Nitrogen Sources and Application Timings prior to a Burndown Corn Herbicide / K.A. Nelson // International journal of agronomy. – 2015. – UNSP 794296. – DOI: 10.1155/2015/794296. – Text : direct

171. **Niewiadomska, A., Gaj, R., Przybyl, J., Budka, A., Mioduszewska, N., Wolna-Maruwka, A.** Analysis of Microbial Parameters of Soil in Different Tillage Systems Under Sugar Beets (*Beta vulgaris* L.) / A. Niewiadomska, R. Gaj, J. Przybyl, A. Budka, N. Mioduszewska, A. Wolna-Maruwka // Polish journal of environmental studies. 2016. Vol. 25. Iss. 5. P. 1803-1811. – Text : direct

172. **Oard, J. H., Zhang, N., Sanders, D. E.** Resistance to Acetolactate Synthase-Inhibiting Herbicides / J. H. Oard, N. Zhang, D. E. Sanders. Patent №US20110053777 A1. – 2007. – Text : direct

173. **Omonode, R.A., Vyn, T.J.** Tillage and Nitrogen Source Impacts on Relationships between Nitrous Oxide Emission and Nitrogen Recovery Efficiency in Corn / R.A. Omonode, T.J. Vyn // *Journal of environmental quality*. – 2019. – Vol. 48. – Iss. 2. – P. 421-429. – Text : direct

174. **O'Rourke, M.E., Petersen, J.** Reduced Tillage Impacts on Pumpkin Yield, Weed Pressure, Soil Moisture, and Soil Erosion / M.E. O'Rourke, J. Petersen // *Hortscience*. 2016. – Vol. 51. – Iss. 12. – P. 1524-1528. – Text : direct

175. **Ostrovskij, M.** Testing HUMIN PLUS microfertilizer / M. Ostrovskij // *European Agrophysical Journal*. – 2014. – No. 2. – P. 79–84. – Text : direct

176. **Owen, M. D., Zelaya, I. A.** Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science* / M. D. Owen, I. A. Zelaya // *Special Issue: Herbicide-resistant Crops from Biotechnology*. – 2015. – Vol. 61. – Iss. 3. – P. 301–311. – Text : direct

177. **Pietzner, B., Rucknagel, J., Koblenz, B., Bednorz, D., Tauchnitz, N., Bischoff, J., Hansel, F.D., Diaz, D.A.R., Amado, T.J.C., Rosso, L.H.M.** Deep Banding Increases Phosphorus Removal by Soybean Grown under No-Tillage Production Systems / B. Pietzner, J. Rucknagel, B. Koblenz, D. Bednorz, N. Tauchnitz, J. Bischoff, F.D. Hansel, D.A.R. Diaz, T.J.C. Amado, L.H.M. Rosso // *Agronomy journal*. – 2017. – Vol. 109. – Iss. 3. – P. 1091-1098. – Text : direct

178. **Potratz, D.J., Mourtzinis, S., Gaska, J., Lauer, J., Arriaga, F.J., Conley, S.P.** Strip-till, other management strategies, and their interactive effects on corn grain and soybean seed yield / D.J. Potratz, S. Mourtzinis, J. Gaska, J. Lauer, F.J. Arriaga, S.P. Conley // *Agronomy Journal*. – 2020. – Iss. 1. – Vol. 112. – P. 72-80. – Text : direct

179. **Powles, S. B., Qin, Yu.** Evolution in Action: Plants Resistant to Herbicides / S. B. Powles, Yu. Qin // *Annual Review of Plant Biology*. – 2010. – Vol. 61. P.. 317–347. – Text : direct

180. **Raimanova, I.** The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on ^{15}N of wheat grain / I. Raimanova // *Haberle. Rapid Commun: Mass Spectrom.* – 2010. – Vol. 3. – No. 24. – P. 261–266. – Text : direct

181. **Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A., Fatkhutdinova, D.R.** Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity / F.M. Shakirova, A.R. Sakhabutdinova, M.V. Bezrukova, R.A. Fatkhutdinova, D.R. Fatkhutdinova // *Plant Sci.* – 2003. – Vol. 164. – No. 3. – P. 317–322. – Text : direct

182. **Sharma, D., Singh, R., Tiwari, R., Kumar, R., Gupta, V.K.** Wheat responses and tolerance to terminal heat stress / D. Sharma, R. Singh, R. Tiwari, R. Kumar, V.K. Gupta // *Wheat Production in Changing Environments*. Singapore: Springer; 2019. P. 149-173. – Text : direct

183. **Stewart, C.E., Halvorson, A.D., Delgado, J.A.** Long-term N fertilization and conservation tillage practices conserve surface but not profile SOC stocks under semi-arid irrigated corn / C.E. Stewart, A.D. Halvorson, J.A. Delgado // *Soil & tillage research.* – 2017. – Vol. 171. – P. 9-18. – Text : direct

184. **Ubelhor, A., Gruber, S., Claupein, W.** Influence of tillage intensity and nitrogen placement on nitrogen uptake and yield in strip-tilled white cabbage (*Brassica Oleracea* convar. capitata var. alba) / A. Ubelhor, S. Gruber, W. Claupein // *Soil & tillage research.* – 2014. – Vol. 144. – P. 156-163. – Text : direct

185. **Vaitauskiene, K., Sarauskis, E., Naujokiene, V., Liakas, V.** The influence of free-living nitrogen-fixing bacteria on the mechanical characteristics of different plant residues under no-till and strip-till conditions / K. Vaitauskiene, E. Sarauskis, V. Naujokiene, V. Liakas // *Soil & tillage research.* – 2015. – Vol. 154. – P. 91-102. – Text : direct

186. **Vildflush, I.R., Mishura, O.I.** Efficiency of application of microfertilizers in chelate form at cultivation of spring wheat / I.R. Vildflush, O.I. Mishura // *Počvovedenie i agrohimiâ.* – 2011. – No. 6. – P. 28–32. – Text : direct

187. **Wyngaarden, S.L., Gaudin, A.C.M., Deen, W., Martin, R.C.** Expanding Red Clover (*Trifolium pratense*) Usage in the Corn-Soy-Wheat Rotation Expanding Red Clover (*Trifolium pratense*) Usage in the Corn-Soy-Wheat Rotation / S.L.

Wyngaarden, A.C.M. Gaudin, W. Deen, R.C. Martin // Sustainability.– 2015. – Vol. 7. – Iss. 11. – P. 15487-15509. – Text : direct

ПРИЛОЖЕНИЯ

Полный корреляционный анализ зависимости целлюлозолитической активности почвы
от влажности почвы

ПОЛНЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Исходные данные по признаку Y:

9.30	9.70	9.50	19.50	20.00	20.30
25.20	25.30	24.80	5.50	5.20	5.30
15.30	15.10	15.70	20.50	20.30	20.20

Исходные данные по признаку X1:

15.10	15.00	15.40	16.70	16.50	16.80
17.50	17.70	17.90	14.90	15.30	14.70
15.10	15.00	15.50	17.50	17.20	17.30

Признаки X1 - Y

Коэффициент корреляции: $r = 0.90$
 Стандартная ошибка: $Sr = 0.11$
 Корреляционное отношение: $ko = 0.81$
 Стандартная ошибка: $Sko = 0.04$
 F-критерий: $Fko = 12.28$ (df=4, 12)
 Критерий криволинейности: $Fkp = 0.43$ (df=5, 12)

Целлюлозоразлагающая активность почвы, 2020 г.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. B-фикс.)

Число градаций фактора A = 2
 Число градаций фактора B = 8
 Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	9.30	9.70	9.50	9.50
2	16.60	16.60	16.30	16.50
3	20.00	20.20	20.00	20.10
4	12.40	12.60	12.30	12.40
5	14.40	14.40	14.20	14.30
6	19.30	19.50	19.70	19.50
7	23.50	23.60	23.20	23.40
8	18.20	18.20	18.50	18.30
9	5.20	5.50	5.30	5.30
10	8.60	8.80	8.20	8.50
11	12.40	12.50	12.00	12.30
12	6.50	6.60	6.10	6.40
13	7.00	7.30	7.00	7.10
14	15.40	15.20	15.60	15.40
15	18.50	18.70	18.40	18.50
16	11.60	11.00	11.30	11.30

Восстановленные даты:

x= 13.685 sx= 0.111 p= 0.81%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1336.560	47			
Блоки	0.245	2	0.123	3.329*	
Варианты	1335.209	15	89.014	414.965*	0.320
Фактор A	453.255	1	453.255	12296.895*	0.113
Фактор B	855.673	7	122.239	3316.368*	0.226
Взаим.АВ	26.281	7	3.754	101.858*	0.320
Остат.	1.106	30	0.037		

Множественные сравнения частных средних :

9.50e 16.50j 20.07n 12.43g
 14.33h 19.50m 23.43o 18.30kl
 5.33a 8.53d 12.30g 6.40b
 7.10c 15.40i 18.53l 11.30f

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.039)
 16.76; 10.61;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:
 16.76b 10.61a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.078)

7.42; 12.52; 16.18; 9.42; 10.72; 17.45; 20.98; 14.80;

Множественные сравнения частных средних для фактора B:

7.42a 12.52d 16.18f 9.42b
 10.72c 17.45g 20.98h 14.80e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Целлюлозоразлагающая активность почвы, 2021 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора A = 2

Число градаций фактора B = 8

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	19.50	20.00	20.30	19.90
2	45.40	45.30	45.60	45.40
3	32.10	32.70	32.60	32.50
4	23.00	23.50	23.60	23.40
5	25.70	25.40	25.30	25.50
6	70.40	69.80	70.40	70.20
7	63.70	63.50	63.70	63.60
8	50.30	50.50	50.10	50.30
9	15.30	15.10	15.70	15.40
10	30.20	30.70	30.30	30.40
11	23.80	24.00	23.70	23.80
12	18.60	18.20	18.40	18.40
13	21.30	21.50	21.10	21.30
14	41.40	41.00	41.20	41.20
15	35.30	35.10	35.80	35.40
16	29.50	29.10	29.30	29.30

Восстановленные даты:

x= 34.125 sx= 0.152 p= 0.44%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	11746.891	47			
Блоки	0.114	2	0.057	0.826	
Варианты	11744.710	15	782.981	11364.485*	0.438
Фактор A	2505.625	1	2505.625	36367.613*	0.155
Фактор B	8080.901	7	1154.414	16755.619*	0.309
Взаим.АВ	1158.184	7	165.455	2401.476*	0.438
Остат.	2.067	30	0.069		

Множественные сравнения частных средних :

19.93c 45.43m 32.47j 23.37e
 25.47g 70.20p 63.63o 50.30n
 15.37a 30.40i 23.83f 18.40b
 21.30d 41.20l 35.40k 29.30h

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.054)

41.35; 26.90;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:

41.35b 26.90a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.107)

17.65; 37.92; 28.15; 20.88; 23.38; 55.70; 49.52; 39.80;

Множественные сравнения частных средних для фактора B:

17.65a 37.92e 28.15d 20.88b
 23.38c 55.70h 49.52g 39.80f

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Целлюлозоразлагающая активность почвы, 2022 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B) - R
(A-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора A = 2
 Число градаций фактора B = 8
 Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	25.20	25.30	24.80	25.10
2	49.60	49.00	49.30	49.30
3	39.50	39.20	39.50	39.40
4	32.00	32.50	32.10	32.20
5	35.60	35.30	35.80	35.60
6	82.50	81.90	82.40	82.30
7	75.00	75.50	75.20	75.20
8	60.20	59.90	60.40	60.20
9	20.50	20.30	20.20	20.30
10	47.50	47.10	47.60	47.40
11	32.40	32.10	32.00	32.20
12	24.10	24.40	24.50	24.30
13	27.10	27.40	27.60	27.40
14	59.80	59.40	59.60	59.60
15	49.30	49.70	49.20	49.40
16	36.00	36.70	36.30	36.30

Восстановленные даты:

x= 43.510 sx= 0.150 p= 0.35%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	15064.003	47			
Блоки	0.022	2	0.011	0.160	
Варианты	15061.945	15	1004.130	14795.981*	0.434
Фактор A	1962.253	1	1962.253	28914.047*	0.154
Фактор B	12126.523	7	1732.360	25526.557*	0.307
Взаим.АВ	973.169	7	139.024	2048.539*	0.434
Остат.	2.036	30	0.068		

Множественные сравнения частных средних :

25.10c 49.30jk 39.40h 32.20e
 35.57f 82.27o 75.23n 60.17m
 20.33a 47.40i 32.17e 24.33b
 27.37d 59.60l 49.40k 36.33g

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.053)
 49.90; 37.12;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:
 49.90b 37.12a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.106)
 22.72; 48.35; 35.78; 28.27; 31.47; 70.93; 62.32; 48.25;

Множественные сравнения частных средних для фактора B:

22.72a 48.35e 35.78d 28.27b
 31.47c 70.93g 62.32f 48.25e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Изменение целлюлозоразлагающей активности почвы в среднем за три года, 2020-2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 8

Число блоков R = 9

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8		
9	Средняя									
1	9.30	9.70	9.50	19.50	20.00	20.30	25.20	25.30	24.80	18.20
2	16.60	16.60	16.30	45.40	45.30	45.60	49.60	49.00	49.30	37.10
3	20.00	20.20	20.00	32.10	32.70	32.60	39.50	39.20	39.50	30.70
4	12.40	12.60	12.30	23.00	23.50	23.60	32.00	32.50	32.10	22.70
5	14.40	14.40	14.20	25.70	25.40	25.30	35.60	35.30	35.80	25.10
6	19.30	19.50	19.70	70.40	69.80	70.40	82.50	81.90	82.40	57.30
7	23.50	23.60	23.20	63.70	63.50	63.70	75.00	75.50	75.20	54.10
8	18.20	18.20	18.50	50.30	50.50	50.10	60.20	59.90	60.40	42.90
9	5.20	5.50	5.30	15.30	15.10	15.70	20.50	20.30	20.20	13.70
10	8.60	8.80	8.20	30.20	30.70	30.30	47.50	47.10	47.60	28.80
11	12.40	12.50	12.00	23.80	24.00	23.70	32.40	32.10	32.00	22.80
12	6.50	6.60	6.10	18.60	18.20	18.40	24.10	24.40	24.50	16.40
13	7.00	7.30	7.00	21.30	21.50	21.10	27.10	27.40	27.60	18.60
14	15.40	15.20	15.60	41.40	41.00	41.20	59.80	59.40	59.60	38.70
15	18.50	18.70	18.40	35.30	35.10	35.80	49.30	49.70	49.20	34.40
16	11.60	11.00	11.30	29.50	29.10	29.30	36.00	36.70	36.30	25.60

Восстановленные даты:

x= 30.440 sx= 2.268 p= 7.45%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	50473.746	143			
Блоки	22326.672	8	2790.834	60.269*	
Варианты	22590.348	15	1506.023	32.523*	6.339
Фактор А	4457.740	1	4457.740	96.267*	2.241
Фактор В	16903.072	7	2414.725	52.147*	4.482
Взаим.АВ	1229.536	7	175.648	3.793*	6.339
Остат.	5556.727	120	46.306		

Множественные сравнения частных средних :

18.18abc 37.08hij 30.64fgh 22.67bcde
25.12cdef 57.32l 54.10kl 42.92j
13.68a 28.78efg 22.77bcde 16.38ab
18.59abcd 38.73ij 34.44ghi 25.64def

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.802)

36.00; 24.88;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

36.00b 24.88a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 1.604)

15.93; 32.93; 26.71; 19.52; 21.86; 48.03; 44.27; 34.28;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

15.93a 32.93de 26.71c 19.52ab
21.86b 48.03g 44.27fg 34.28e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

**Полный корреляционный анализ зависимости сохранности растений
к уборке от целлюлолитической активности почвы**

Исходные данные по признаку Y:

74.60	76.70	76.80	75.30	77.00	81.40
82.10	80.80	70.30	71.90	72.20	71.20
71.80	74.50	74.00	73.70		

Исходные данные по признаку X1:

18.20	37.10	30.70	22.70	25.10	57.30
54.10	42.90	13.70	28.20	22.80	16.40
18.60	38.70	34.40	25.60		

Признаки X1 - Y

Коэффициент корреляции: $r = 0.86$

Стандартная ошибка: $Sr = 0.14$

Корреляционное отношение: $ko = 0.91$

Стандартная ошибка: $Sko = 0.04$

F-критерий: $Fko = 13.46$ (df=3,11)

Критерий криволинейности: $Fкр = 1.30$ (df=4,11)

Полный корреляционный анализ зависимости массы 1000 зерен
от целлюлозолитической активности почвы

Исходные данные по признаку Y:

29.00	29.90	30.00	29.70	29.90	31.00
31.20	30.90	27.40	28.50	29.00	28.30
29.00	28.30	29.00	29.60		

Исходные данные по признаку X1:

18.20	37.10	30.70	22.70	25.10	57.30
54.10	42.90	13.70	28.80	22.80	16.40
18.60	38.70	34.40	25.60		

Признаки X1 - Y

Коэффициент корреляции: $r = 0.75$

Стандартная ошибка: $Sr = 0.18$

Корреляционное отношение: $ko = 0.85$

Стандартная ошибка: $Sko = 0.07$

F-критерий: $Fko = 6.89$ (df=3,11)

Критерий криволинейности: $Fкр = 1.36$ (df=4,11)

Урожайность яровой пшеницы, 2020 год
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
 Число градаций фактора В = 8
 Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.61	1.62	1.62	1.62
2	1.83	1.83	1.80	1.82
3	1.75	1.76	1.76	1.76
4	1.73	1.73	1.70	1.72
5	1.87	1.86	1.90	1.88
6	2.15	2.19	2.20	2.18
7	2.29	2.28	2.28	2.28
8	2.06	2.10	2.07	2.08
9	1.38	1.38	1.42	1.39
10	1.68	1.64	1.65	1.66
11	1.59	1.59	1.62	1.60
12	1.57	1.58	1.58	1.58
13	1.64	1.63	1.63	1.63
14	2.03	1.99	2.00	2.01
15	1.94	1.96	1.94	1.95
16	1.93	1.93	1.92	1.93

Восстановленные даты:

$x = 1.817$ $sx = 0.010$ $p = 0.53\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	2.654	47			
Блоки	0.000	2	0.000	0.090	
Варианты	2.646	15	0.176	634.419*	0.028
Фактор А	0.474	1	0.474	1704.793*	0.010
Фактор В	2.126	7	0.304	1092.239*	0.020
Взаим.АВ	0.046	7	0.007	23.687*	0.028
Остат.	0.008	30	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

1.62cd 1.82h 1.76g 1.72f
 1.88i 2.18n 2.28o 2.08m
 1.39a 1.66e 1.60bc 1.58b
 1.63de 2.01l 1.95k 1.93jk

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ($Sa = 0.003$)
 1.92; 1.72;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:
 1.92b 1.72a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ($Sb = 0.007$)
 1.50; 1.74; 1.68; 1.65; 1.75; 2.09; 2.11; 2.00;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.50a 1.74d 1.68c 1.65b
 1.75d 2.09f 2.11g 2.00e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность яровой пшеницы, 2021 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 8

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.51	1.50	1.48	1.50
2	1.66	1.65	1.65	1.65
3	1.62	1.63	1.64	1.63
4	1.59	1.60	1.61	1.60
5	1.71	1.70	1.71	1.71
6	1.94	1.96	1.96	1.95
7	2.03	2.07	2.05	2.05
8	1.89	1.85	1.86	1.87
9	1.19	1.20	1.20	1.20
10	1.37	1.38	1.38	1.38
11	1.36	1.37	1.36	1.36
12	1.31	1.32	1.30	1.31
13	1.40	1.39	1.39	1.39
14	1.71	1.71	1.69	1.70
15	1.64	1.65	1.65	1.65
16	1.63	1.63	1.60	1.62

Восстановленные даты:

x= 1.598 sx= 0.007 p= 0.43%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	2.499	47			
Блоки	0.000	2	0.000	0.911	
Варианты	2.494	15	0.166	1153.923*	0.020
Фактор А	1.024	1	1.024	7103.780*	0.007
Фактор В	1.444	7	0.206	1431.586*	0.014
Взаим.АВ	0.027	7	0.004	26.281*	0.020
Остат.	0.004	30	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

1.50e 1.65j 1.63hi 1.60fg
 1.70kl 1.95n 2.05o 1.87m
 1.20a 1.38cd 1.36c 1.31b
 1.40d 1.71l 1.65ij 1.62gh

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.002)

1.74; 1.45;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

1.74b 1.45a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.005)

1.35; 1.51; 1.50; 1.46; 1.55; 1.83; 1.85; 1.74;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.35a 1.51d 1.50c 1.46b
 1.55e 1.83g 1.85h 1.74f

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность яровой пшеницы, 2022 год
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
 Число градаций фактора В = 8
 Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1.61	1.62	1.62	1.62
2	1.83	1.83	1.80	1.82
3	1.75	1.76	1.76	1.76
4	1.73	1.73	1.70	1.72
5	1.87	1.86	1.90	1.88
6	2.15	2.19	2.20	2.18
7	2.29	2.28	2.28	2.28
8	2.06	2.10	2.07	2.08
9	1.38	1.38	1.42	1.39
10	1.68	1.64	1.65	1.66
11	1.59	1.59	1.62	1.60
12	1.57	1.58	1.58	1.58
13	1.64	1.63	1.63	1.63
14	2.03	1.99	2.00	2.01
15	1.94	1.96	1.94	1.95
16	1.93	1.93	1.92	1.93

Восстановленные даты:

x= 1.817 sx= 0.010 p= 0.53%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	2.654	47			
Блоки	0.000	2	0.000	0.090	
Варианты	2.646	15	0.176	634.419*	0.028
Фактор А	0.474	1	0.474	1704.793*	0.010
Фактор В	2.126	7	0.304	1092.239*	0.020
Взаим.АВ	0.046	7	0.007	23.687*	0.028
Остат.	0.008	30	0.000		

Множественные сравнения частных средних :

1.62cd 1.82h 1.76g 1.72f
 1.88i 2.18n 2.28o 2.08m
 1.39a 1.66e 1.60bc 1.58b
 1.63de 2.01l 1.95k 1.93jk

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.003)

1.92; 1.72;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

1.92b 1.72a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.007)

1.50; 1.74; 1.68; 1.65; 1.75; 2.09; 2.11; 2.00;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.50a 1.74d 1.68c 1.65b
 1.75d 2.09f 2.11g 2.00e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Урожайность яровой пшеницы, 2020-2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
Число градаций фактора В = 8
Число блоков R = 9

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Средняя
1	0.61	0.60	0.60	1.51	1.50	1.48	1.61	1.62	1.62	1.24
2	0.68	0.68	0.67	1.66	1.65	1.65	1.83	1.83	1.80	1.38
3	0.72	0.73	0.73	1.62	1.63	1.64	1.75	1.76	1.76	1.37
4	0.69	0.69	0.71	1.59	1.60	1.60	1.61	1.73	1.70	1.32
5	0.66	0.65	0.65	1.70	1.70	1.71	1.87	1.86	1.90	1.41
6	0.75	0.74	0.75	1.94	1.96	1.96	2.15	2.19	2.20	1.63
7	0.79	0.79	0.81	2.03	2.07	2.05	2.29	2.28	2.28	1.71
8	0.78	0.78	0.77	1.89	1.85	1.86	2.06	2.10	2.07	1.57
9	0.45	0.46	0.45	1.19	1.20	1.20	1.39	1.38	1.42	1.02
10	0.48	0.49	0.49	1.37	1.38	1.38	1.68	1.64	1.65	1.17
11	0.55	0.54	0.55	1.36	1.37	1.36	1.59	1.59	1.62	1.17
12	0.53	0.53	0.52	1.31	1.32	1.30	1.57	1.58	1.58	1.14
13	0.47	0.49	0.49	1.40	1.40	1.39	1.64	1.63	1.63	1.17
14	0.56	0.57	0.56	1.72	1.71	1.69	2.03	1.99	2.00	1.43
15	0.63	0.64	0.64	1.64	1.65	1.65	1.94	1.96	1.94	1.41
16	0.62	0.62	0.60	1.63	1.63	1.60	1.93	1.93	1.92	1.39

Восстановленные даты:

x= 1.346 sx= 0.028 p= 2.11%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	44.303	143			
Блоки	38.597	8	4.825	664.122*	
Варианты	4.834	15	0.322	44.363*	0.079
Фактор А	1.720	1	1.720	236.823*	0.028
Фактор В	3.070	7	0.439	60.363*	0.056
Взаим.АВ	0.044	7	0.006	0.869	
Остат.	0.872	120	0.007		

Множественные сравнения частных средних :

1.24c 1.38fgh 1.37efgh 1.32defg
1.41gh 1.63j 1.71k 1.57ij
1.02a 1.17bc 1.17bc 1.14b
1.17bc 1.43h 1.41gh 1.39gh

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.010)

1.45; 1.24;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

1.45b 1.24a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.020)

1.13; 1.28; 1.27; 1.23; 1.29; 1.53; 1.56; 1.48;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

1.13a 1.28b 1.27b 1.23b
1.29b 1.53de 1.56e 1.48cd

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
различаются незначимо по критерию Дункана

Полный корреляционный анализ зависимости урожайности
от целлюлозолитической активности почвы

Исходные данные по признаку Y:

1.24	1.38	1.37	1.34	1.41	1.63
1.71	1.58	1.02	1.18	1.17	1.14
1.17	1.42	1.41	1.39		

Исходные данные по признаку X1:

18.20	37.10	30.70	22.70	25.10	57.30
54.10	42.90	13.70	28.80	22.80	16.40
18.60	38.70	34.40	25.60		

Признаки X1 - Y

Коэффициент корреляции: $r = 0.90$

Стандартная ошибка: $Sr = 0.11$

Корреляционное отношение: $ko = 0.94$

Стандартная ошибка: $Sko = 0.03$

F-критерий: $Fko = 21.34$ (df=3,11)

Критерий криволинейности: $Fкр = 1.51$ (df=4,11)

Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы, 2020 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. B-фикс.)

Число градаций фактора A = 2

Число градаций фактора B = 8

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	26.1	26.4	26.3	26.3
2	28.2	28.1	28.1	28.1
3	28.5	28.5	28.7	28.6
4	27.5	27.8	27.7	27.7
5	26.8	26.8	26.4	26.7
6	29.0	28.9	29.2	29.1
7	29.8	29.8	30.0	29.9
8	28.6	28.6	28.9	28.7
9	23.7	23.9	23.7	23.8
10	25.2	25.2	25.0	25.1
11	24.7	24.8	24.5	24.7
12	24.9	25.0	24.9	24.9
13	24.2	24.3	24.3	24.3
14	26.8	26.7	26.8	26.8
15	27.4	27.5	27.4	27.4
16	25.7	25.5	25.6	25.6

Восстановленные даты:

x= 26.717 sx= 0.075 p= 0.28%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	156.867	47			
Блоки	0.015	2	0.008	0.460	
Варианты	156.349	15	10.423	622.154*	0.216
Фактор A	93.508	1	93.508	5581.399*	0.076
Фактор B	59.805	7	8.544	509.956*	0.153
Взаим. AB	3.036	7	0.434	25.889*	0.216
Остат.	0.503	30	0.017		

Множественные сравнения частных средних :

26.27f 28.13k 28.57lm 27.67j

26.67gh 29.03n 29.87o 28.70m

23.77a 25.13d 24.67c 24.93d

24.27b 26.77h 27.43i 25.60e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.026)

28.11; 25.32;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:

28.11b 25.32a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.053)

25.02; 26.63; 26.62; 26.30; 25.47; 27.90; 28.65; 27.15;

Множественные сравнения частных средних для фактора B:

25.02a 26.63d 26.62d 26.30c

25.47b 27.90f 28.65g 27.15e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Содержание белка в зерне яровой пшеницы, 2020 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
 Число градаций фактора В = 8
 Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	13.2	13.3	13.1	13.20
2	13.9	14.2	13.9	14.00
3	14.1	14.2	14.2	14.2
4	13.5	13.7	13.7	13.6
5	13.4	13.4	13.5	13.4
6	14.8	14.9	14.9	14.9
7	15.2	15.4	15.4	15.3
8	14.2	14.2	14.3	14.2
9	11.9	12.0	12.0	12.0
10	12.8	12.9	12.6	12.8
11	13.0	13.1	13.1	13.1
12	12.5	12.4	12.4	12.4
13	12.3	12.3	12.2	12.3
14	13.3	13.3	13.0	13.2
15	14.0	13.6	13.9	13.8
16	12.8	12.8	12.7	12.8

Восстановленные даты:

x= 13.448 sx= 0.063 p= 0.47%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	39.400	47			
Блоки	0.027	2	0.013	1.120	
Варианты	39.016	15	2.601	218.516*	0.182
Фактор А	20.936	1	20.936	1758.799*	0.064
Фактор В	17.666	7	2.524	212.018*	0.129
Взаим.АВ	0.414	7	0.059	4.974*	0.182
Остат.	0.357	30	0.012		

Множественные сравнения частных средних :

13.20f 14.00jk 14.17kl 13.63h
 13.43g 14.87m 15.33n 14.23l
 11.97a 12.77d 13.07ef 12.43b
 12.27b 13.20f 13.83ij 12.77cd

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.022)

14.11; 12.79;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

14.11b 12.79a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.045)

12.58; 13.38; 13.62; 13.03; 12.85; 14.03; 14.58; 13.50;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

12.58a 13.38d 13.62e 13.03c
 12.85b 14.03f 14.58g 13.50de

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы, 2021 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. B-фикс.)

Число градаций фактора A = 2

Число градаций фактора B = 8

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	29.2	28.9	29.2	29.1
2	32.5	32.6	32.6	32.6
3	32.0	32.0	31.9	32.0
4	31.8	31.7	31.8	31.8
5	31.1	31.3	31.1	31.2
6	33.2	33.2	33.1	33.2
7	32.7	32.7	32.9	32.8
8	32.2	32.1	32.0	32.1
9	27.2	27.2	27.3	27.2
10	29.5	29.6	29.5	29.5
11	28.9	29.0	29.0	29.0
12	28.4	28.4	28.5	28.4
13	28.0	27.8	27.9	27.9
14	30.5	30.6	30.5	30.5
15	30.0	30.0	29.9	30.0
16	29.4	29.2	29.4	29.3

Восстановленные даты:

x= 30.406 sx= 0.053 p= 0.17%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	155.448	47			
Блоки	0.004	2	0.002	0.225	
Варианты	155.194	15	10.346	1241.536*	0.152
Фактор A	96.612	1	96.612	11593.267*	0.054
Фактор B	56.352	7	8.050	966.013*	0.108
Взаим. AB	2.231	7	0.319	38.242*	0.152
Остат.	0.250	30	0.008		

Множественные сравнения частных средних :

29.10d 32.57m 31.97kl 31.77j
31.17i 33.17o 32.77n 32.10l
27.23a 29.53f 28.97d 28.43c
27.90b 30.53h 29.97g 29.33e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору A: (Sa= 0.019)

31.82; 28.99;

Множественные сравнения частных средних для фактора A:

31.82b 28.99a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору B: (Sb= 0.037)

28.17; 31.05; 30.47; 30.10; 29.53; 31.85; 31.37; 30.72;

Множественные сравнения частных средних для фактора B:

28.17a 31.05f 30.47d 30.10c
29.53b 31.85h 31.37g 30.72e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Содержание белка в зерне яровой пшеницы, 2021 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. B-фикс.)

Число градаций фактора A = 2

Число градаций фактора B = 8

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	15.1	15.4	15.4	15.3
2	16.8	16.9	16.8	16.8
3	16.4	16.4	16.2	16.3
4	15.7	15.9	16.0	15.9
5	15.5	15.7	15.5	15.6
6	17.4	17.3	17.4	17.4
7	17.0	17.1	17.0	17.0
8	15.9	15.9	16.1	16.0
9	14.0	14.3	14.3	14.2
10	15.4	15.3	15.1	15.3
11	15.1	14.9	14.9	15.0
12	14.6	14.7	14.7	14.7
13	14.5	14.4	14.2	14.4
14	16.2	16.4	16.4	16.3
15	15.9	16.1	15.9	16.0
16	15.5	15.4	15.5	15.5

Восстановленные даты:

x= 15.719 sx= 0.068 p= 0.43%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	39.033	47			
Блоки	0.039	2	0.019	1.388	
Варианты	38.576	15	2.572	184.299*	0.197
Фактор А	15.296	1	15.296	1096.187*	0.070
Фактор В	22.277	7	3.182	228.062*	0.139
Взаим.АВ	1.003	7	0.143	10.267*	0.197
Остат.	0.419	30	0.014		

Множественные сравнения частных средних :

15.30e 16.83l 16.33jk 15.87ghi

15.57f 17.37n 17.03m 15.97i

14.20a 15.27de 14.97c 14.67b

14.37a 16.33k 15.97hi 15.47ef

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.024)

16.28; 15.15;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

16.28b 15.15a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.048)

14.75; 16.05; 15.65; 15.27; 14.97; 16.85; 16.50; 15.72;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

14.75a 16.05e 15.65d 15.27c

14.97b 16.85g 16.50f 15.72d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы 2022 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 8

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	25.2	24.9	24.8	25.0
2	28.7	28.9	28.9	28.8
3	28.3	28.3	28.1	28.2
4	25.8	25.8	26.0	25.9
5	25.8	25.7	25.7	25.7
6	30.6	30.8	30.8	30.7
7	29.7	30.0	29.9	29.9
8	28.8	28.7	28.7	28.7
9	22.7	22.5	22.7	22.6
10	25.5	25.6	25.5	25.5
11	23.6	23.4	23.4	23.5
12	22.9	22.7	22.7	22.8
13	22.6	22.7	22.7	22.7
14	27.3	27.5	27.5	27.4
15	26.9	26.9	26.8	26.9
16	26.1	26.2	26.2	26.2

Восстановленные даты:

x= 26.281 sx= 0.066 p= 0.25%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	300.693	47			
Блоки	0.001	2	0.001	0.048	
Варианты	300.304	15	20.020	1547.829*	0.190
Фактор А	121.281	1	121.281	9376.638*	0.067
Фактор В	173.474	7	24.782	1915.974*	0.134
Взаим.АВ	5.549	7	0.793	61.282*	0.190
Остат.	0.388	30	0.013		

Множественные сравнения частных средних :

24.97с 28.83l 28.23j 25.87f
 25.73ef 30.73n 29.87m 28.73kl
 22.63a 25.53d 23.47b 22.77a
 22.67a 27.43i 26.87h 26.17g

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.023)
27.87; 24.69;Множественные сравнения частных средних для фактора А:
27.87b 24.69a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.046)
23.80; 27.18; 25.85; 24.32; 24.20; 29.08; 28.37; 27.45;Множественные сравнения частных средних для фактора В:
23.80a 27.18d 25.85c 24.32b
24.20b 29.08g 28.37f 27.45e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Содержание белка в зерне яровой пшеницы, 2022 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
 Число градаций фактора В = 8
 Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	14.2	14.3	14.3	14.3
2	16.1	16.2	16.3	16.2
3	15.3	15.3	15.4	15.3
4	14.8	14.8	15.0	14.9
5	14.7	14.7	14.6	14.7
6	17.3	17.3	17.1	17.2
7	16.7	16.6	16.7	16.7
8	15.6	15.4	15.4	15.5
9	13.2	13.1	13.1	13.1
10	14.9	14.9	14.7	14.8
11	14.1	14.0	14.0	14.0
12	13.6	13.8	13.8	13.7
13	13.2	13.5	13.5	13.4
14	15.8	15.8	15.7	15.8
15	15.3	15.5	15.5	15.4
16	14.5	14.4	14.5	14.5

Восстановленные даты:

x= 14.969 sx= 0.057 p= 0.38%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	59.863	47			
Блоки	0.004	2	0.002	0.193	
Варианты	59.568	15	3.971	408.463*	0.164
Фактор А	18.376	1	18.376	1890.126*	0.058
Фактор В	40.963	7	5.852	601.901*	0.116
Взаим.АВ	0.229	7	0.033	3.358*	0.164
Остат.	0.292	30	0.010		

Множественные сравнения частных средних :

14.27e 16.20l 15.33ij 14.87h
 14.67g 17.23n 16.67m 15.47j
 13.13a 14.83h 14.03d 13.73c
 13.40b 15.77k 15.43j 14.47f

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.020)
 15.59; 14.35;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:
 15.59b 14.35a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.040)
 13.70; 15.52; 14.68; 14.30; 14.03; 16.50; 16.05; 14.97;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

13.70a 15.52f 14.68d 14.30c
 14.03b 16.50h 16.05g 14.97e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами,
 различаются незначимо по критерию Дункана

Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы, 2020 - 2022 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
Число градаций фактора В = 8
Число блоков R = 9

Таблица исходных данных										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Средняя
1	26.10	26.40	26.30	29.20	28.90	29.20	25.20	24.80	24.80	26.77
2	28.20	28.10	28.10	32.50	32.60	32.60	28.70	28.90	28.90	29.84
3	28.50	28.50	28.70	32.00	32.00	31.90	28.30	28.30	28.10	29.59
4	27.50	27.80	27.70	31.80	31.70	31.80	25.80	25.80	26.00	28.43
5	26.80	26.80	26.40	31.10	31.30	31.10	25.80	25.70	25.70	27.86
6	29.00	28.90	29.20	33.20	33.20	33.10	30.60	30.80	30.80	30.98
7	29.80	29.80	30.00	32.70	32.70	32.90	29.70	30.00	29.90	30.83
8	28.60	28.60	28.90	32.20	32.10	32.00	28.80	28.70	28.70	29.84
9	23.70	23.90	23.70	27.20	27.20	27.30	22.70	22.50	22.70	24.54
10	25.20	25.20	25.00	29.50	29.60	29.50	25.50	25.60	25.50	26.73
11	24.70	24.80	24.50	28.90	29.00	29.00	23.60	23.40	23.40	25.70
12	24.90	25.00	24.90	28.40	28.40	28.50	22.90	22.70	22.70	25.38
13	24.20	24.30	24.30	28.00	27.80	27.90	22.60	22.70	22.70	24.94
14	26.80	26.70	26.80	30.50	30.60	30.50	27.30	27.50	27.50	28.24
15	27.40	27.50	27.40	30.00	30.00	29.90	26.90	26.90	26.80	28.09
16	25.70	25.50	25.60	29.40	29.20	29.40	26.10	26.20	26.20	27.03

Восстановленные даты:

x= 27.801 sx= 0.199 p= 0.72%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	1106.690	143			
Блоки	493.416	8	61.677	172.585*	
Варианты	570.390	15	38.026	106.405*	0.557
Фактор А	310.140	1	310.140	867.836*	0.197
Фактор В	253.348	7	36.193	101.274*	0.394
Взаим.АВ	6.902	7	0.986	2.759*	0.557
Остат.	42.885	120	0.357		

Множественные сравнения частных средних :

26.77e 29.84jk 29.59ijk 28.43h
27.86fgh 30.98m 30.83lm 29.84k
24.54a 26.73de 25.70c 25.38bc
24.94ab 28.24h 28.09gh 27.03e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.070)

29.27; 26.33;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

29.27b 26.33a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.141)

25.66; 28.29; 27.64; 26.91; 26.40; 29.61; 29.46; 28.44;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

25.66a 28.29e 27.64d 26.91c
26.40b 29.61g 29.46fg 28.44e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Содержание белка в зерне яровой пшеницы, 2021 – 2022 гг.

Идентификатор расчета:1

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A*B)-R
(A-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 8

Число блоков R = 9

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Средняя
1	13.2	13.3	13.1	15.1	15.4	15.4	14.2	14.3	14.3	14.3
2	13.9	14.0	13.9	16.8	16.9	16.8	16.1	16.2	16.3	15.7
3	14.1	14.2	14.2	16.4	16.4	16.2	15.3	15.3	15.4	15.3
4	13.5	13.7	13.7	15.7	15.9	16.0	14.8	14.8	15.0	14.8
5	13.4	13.4	13.5	15.5	15.7	15.5	14.7	14.7	14.6	14.6
6	14.8	14.9	14.9	17.4	17.3	17.4	17.3	17.3	17.1	16.5
7	15.2	15.4	15.4	17.0	17.1	17.0	16.7	16.6	16.7	16.3
8	14.2	14.2	14.3	15.9	15.9	16.1	15.6	15.4	15.4	15.2
9	11.9	12.0	12.0	14.0	14.3	14.3	13.2	13.1	13.1	13.1
10	12.8	12.9	12.6	15.4	15.3	15.1	14.9	14.9	14.7	14.3
11	13.0	13.1	13.1	15.1	14.9	14.9	14.1	14.0	14.0	14.0
12	12.5	12.4	12.4	14.6	14.7	14.7	13.6	13.8	13.8	13.6
13	12.3	12.3	12.2	14.5	14.4	14.2	13.2	13.5	13.5	13.4
14	13.3	13.3	13.0	16.2	16.4	16.4	15.8	15.8	15.7	15.1
15	14.0	13.6	13.9	15.9	16.1	15.9	15.3	15.5	15.5	15.1
16	12.8	12.8	12.7	15.5	15.4	15.5	14.5	14.4	14.5	14.3

Восстановленные даты:

x= 14.712 sx= 0.088 p= 0.60%

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	266.810	143			
Блоки	128.583	8	16.073	228.998*	
Варианты	129.804	15	8.654	123.292*	0.247
Фактор А	54.391	1	54.391	774.933*	0.087
Фактор В	74.877	7	10.697	152.401*	0.175
Взаим.АВ	0.537	7	0.077	1.092	
Остат.	8.423	120	0.070		

Множественные сравнения частных средних :

14.26d 15.68k 15.28j 14.79f
14.56ef 16.49m 16.34lm 15.22ij
13.10a 14.29d 14.02cd 13.61b
13.34a 15.10hij 15.08ghij 14.23d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: (Sa= 0.031)

15.33; 14.10;

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

15.33b 14.10a

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: (Sb= 0.062)

13.68; 14.98; 14.65; 14.20; 13.95; 15.79; 15.71; 14.73;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

13.68a 14.98e 14.65d 14.20c
13.95b 15.79g 15.71fg 14.73d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Полный корреляционный анализ зависимости содержания клейковины в зерне яровой твердой пшеницы от целлюлозолитической активности почвы

Исходные данные по признаку Y:

26.80	29.80	29.60	28.50	27.90	31.00
30.90	29.80	24.50	26.70	25.70	25.40
25.00	28.20	28.10	27.00		

Исходные данные по признаку X1:

18.20	37.10	30.70	22.70	25.10	57.30
54.10	42.90	13.70	28.80	22.80	18.60
38.70	34.40	25.60	0.00		

Признаки X1 - Y

Коэффициент корреляции: $r = 0.68$

Стандартная ошибка: $Sr = 0.20$

Корреляционное отношение: $ko = 0.78$

Стандартная ошибка: $Sko = 0.10$

F-критерий: $Fko = 4.37$ (df=3,11)

Критерий криволинейности: $Fкр = 1.00$ (df=4,11)

Полный корреляционный анализ зависимости содержания белка в зерне яровой твердой пшеницы от целлюлозолитической активности почвы.

Исходные данные по признаку Y:

14.30	15.70	15.30	14.80	14.60	16.50
16.30	15.20	13.10	14.30	14.00	13.60
13.40	15.10	15.10	14.30		

Исходные данные по признаку X1:

18.20	37.10	30.70	22.70	25.10	57.30
54.10	42.90	13.70	28.80	22.80	16.40
18.60	38.70	34.40	25.60		

Признаки X1 - Y

Коэффициент корреляции: $r = 0.93$

Стандартная ошибка: $Sr = 0.10$

Корреляционное отношение: $ko = 0.90$

Стандартная ошибка: $Sko = 0.05$

F-критерий: $Fko = 11.72$ (df=3,11)

Критерий криволинейности: $Fкр = -0.62$ (df=4,11)

К(Ф)Х «Агрос»

«УТВЕРЖДАЮ»

Глава К(Ф)Х «Агрос»

А.П. Санинский

15 октября 2021 г.



АКТ

О внедрении результатов исследований диссертационной работы

Гераскиной Анастасии Александровны

Комиссия в составе:

Председатель комиссии – глава К(Ф)Х «Агрос» А.П. Санинский,

Члены комиссии: замглавы К(Ф)Х «Агрос» С.А. Санинский,

агроном К(Ф)Х «Агрос» А.И. Отставнов

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы на тему "Приемы повышения урожайности яровой твердой пшеницы на фоне различных способов основной обработки почвы в Нижнем Поволжье" внедрены в К(Ф)Х «Агрос» на площади 350 гектар, уровень рентабельности составил 70 %, дополнительная прибыль составила 2500 руб./га.

Комиссия считает экономически эффективно использовать данные исследования и технологию в К(Ф)Х «Агрос».

глава К(Ф)Х «Агрос»

замглавы К(Ф)Х «Агрос»

агроном К(Ф)Х «Агрос»



Санинский А.П.

Санинский С.А.

Отставнов А.И.