

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КРЫМСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»

На правах рукописи



Измаилова Диляра Сейтвелиевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ
ВЕСЕННЕЕ-ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА ФОРМИРОВАНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ
ПШЕНИЦЫ В КРЫМУ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Д и с с е р т а ц и я

на соискание ученой степени кандидата

сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор с.-х. наук,

Изотов А. М.

Симферополь, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. УСЛОВИЯ И ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (обзор литературы).....	10
1.1. Значение и распространение <i>Triticum durum</i> в мире.....	10
1.2 Условия и приемы формирования высококачественного зерна озимой твердой пшеницы.....	14
1.2.1 Продуктивность и качество зерна озимой твердой пшеницы при различной обеспеченности посевов азотом.....	15
1.2.2 Эффективность специальных приемов повышения качества зерна при выращивании озимой пшеницы	22
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	29
2.1. Климатическая характеристика зоны исследований.....	29
2.2. Почвы опытного участка	34
2.3. Программа проведения исследований.....	35
2.4. Методика проведения исследований	40
3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ.....	43
4. ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ	48
4.1 Развитие озимой твердой пшеницы в зависимости от метеорологических условий и изучаемых факторов	48
4.2 Урожайность и ее структура озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и обработки органоминеральными препаратами	57
4.3 Влияние условий года, доз азотного минерального удобрения и комплексных органоминеральных удобрений на качество зерна озимой	69
твердой	
пшеницы	

5. ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ФЛОРА-С И ФИТОП-ФЛОРА-С НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ.....	77
5.1 Развитие озимой твердой пшеницы в зависимости от метеорологических условий и изучаемых факторов	78
5.2 Урожайность и ее структура озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и обработки препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С	84
5.3 Влияние условий года, доз азотного минерального удобрения и препаратов на основе гуминовых кислот на качество зерна озимой твердой пшеницы.....	96
6. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА В АГРОЦЕНОЗЕ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ.....	105
6.1 Результаты корреляционного анализа биометрических показателей, элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании внекорневых обработок органоминеральными удобрениями	105
6.2 Результаты корреляционного анализа биометрических показателей, элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С	111
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ	118
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	123
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	125
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	126
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	154

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Приоритетное значение производства продовольственного зерна озимой твердой пшеницы определяется его большой социальной значимостью в решении проблемы обеспечения населения продовольствием. Рост производства зерна способен обеспечить не только продовольственную безопасность, но и сделать Крым одним из авторитетных участников рынка зерна твердой пшеницы.

Великий русский ученый К.А. Тимирязев сказал: «Есть вопросы, на которые не существует моды. Это вопрос о хлебе насущном». Поэтому можно с уверенностью утверждать, что и в будущем совершенствование технологии возделывания пшеницы не только не потеряет своей остроты, а наоборот, потребует дополнительных усилий лучших умов планеты.

Вопросы агротехники твердой пшеницы изучались в Крыму постоянно, начиная с 1924 года в Крымском сельскохозяйственном институте (Богданом П.И., Николаевым Е.В., Изотовым А.М., Тарасенко Б.А., Грицай А.Д., Рюмшиным А.В.), учёными Крымской областной государственной сельскохозяйственной опытной станции, ныне ФГБУН «НИИСХ Крыма», (Клепининым Н.Н., Сечняком Л.К., Радченко Л.А., Радченко А.Ф.).

Каждые новые исследования пополняли знания об этой культуре, дополняли и совершенствовали технологию ее выращивания. Вместе с тем, в последнее время крымские ученые фиксируют климатические изменения на полуострове: повышается среднегодовая температура воздуха, а количество осадков остается на прежнем уровне, но отмечается их неравномерное распределение [160–163].

На фоне ужесточающейся аридности климата произошли и серьезные перемены в обеспеченности поливной водой в Крыму, в связи с прекращением работы Северо-Крымского канала. Поскольку Крым относится к зоне рискованного земледелия, и урожайность сельскохозяйственных культур находится здесь в большой зависимости от погодных условий, и, прежде всего, от влагообеспеченности, стал

актуальным вопрос о корректировке существующих рекомендаций относительно применения доз азотных удобрений. Кроме того, отсутствуют данные по влиянию некорневых подкормок органоминеральными удобрениями и препаратами на основе гуминовых кислот посевов озимой твердой пшеницы в комплексе с азотными удобрениями на урожайность и качество зерна в условиях Нижнего предгорного района Крыма.

Цель исследования – усовершенствование и оптимизация параметров комплекса агротехнических приемов ухода за посевами озимой твердой пшеницы в условиях Нижнего предгорного района Крыма.

Для решения поставленной цели решались следующие основные задачи:

- изучить взаимное влияние подкормок азотными удобрениями в виде аммиачной селитры и комплексными органоминеральными удобрениями на продукционный процесс озимой твердой пшеницы;

- оценить влияние препаратов на основе гуминовых кислот Флора-С и Фитоп-Флора-С путем обработки семян и опрыскиванием растений в разные фазы на урожайность озимой твердой пшеницы при разной обеспеченности посевов азотом;

- выявить изменения качества зерна озимой твердой пшеницы в зависимости от действия минеральных азотных, органоминеральных удобрений и препаратов на основе гуминовых кислот;

- определить функциональные зависимости показателей продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы в зависимости от применяемых агротехнических приемов;

- определить экономическую эффективность использования изучаемых приемов.

Объект исследований. Закономерности комплексного воздействия элементов технологии выращивания и их параметров на формирование качества зерна и величины урожая озимой твердой пшеницы в условиях Нижнего предгорного района Крыма.

Предмет исследований – озимая твердая пшеница, закономерности формирования максимально возможных по величине и качеству урожаев ее зерна в условиях Нижнего предгорного района Крыма.

Методы исследований. Использовались как общенаучные методы (диалектический, экспериментальный, анализа и синтеза, гипотез, моделирования), так и специальные: полевой – изучение взаимодействия предмета исследований с агротехническими и гидротермическими факторами в условиях Нижнего предгорного района Крыма; учет урожая зерна, определение элементов структуры урожая; лабораторный – определение минеральных элементов питания в почве, содержание азота в растениях и белка в зерне; оценка технологических показателей качества зерна; расчетно-сравнительный – оценка экономической эффективности; математической статистики – дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы.

Научная новизна. Впервые в условиях Крыма на черноземе южном мицеллярно-карбонатном в многофакторном опыте исследовано влияние комплексных органоминеральных удобрений, при разной обеспеченности посевов азотом, на урожайность и качество зерна озимой твердой пшеницы. Впервые дана оценка эффективности совместного применения подкормок азотными удобрениями в виде аммиачной селитры с препаратами на основе гуминовых кислот Флора-С и Фитоп-Флора-С.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций для сельскохозяйственного производителя по совместному применению подкормок азотными удобрениями с комплексными органоминеральными удобрениями и препаратами на основе гуминовых кислот. Апробация результатов исследований была проведена в Симферопольском районе Республики Крым на площади 70 га в хозяйстве ООО Фитосовхоз «Радуга», Красногвардейском районе Республики Крым на площади 50 га в хозяйстве ИП Маммедов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Научное обоснование возделывания озимой твердой пшеницы в условиях Нижнего предгорного района Крыма с применением азотных минеральных и комплексных органоминеральных удобрений.
2. Оценка эффективности совместного применения азотных минеральных удобрений и препаратов на основе гуминовых кислот Флора-С и Фитоп-Флора-С.
3. Функциональные зависимости продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы.
4. Экономическая эффективность производства зерна озимой твердой пшеницы в условиях Нижнего предгорного района Крыма.

Личный вклад соискателя заключается в проведении полевых и лабораторных опытов, систематизации и статистической обработке полученного материала, самостоятельного изучения отечественной и зарубежной научной литературы по тематике исследований, обобщении полученных результатов и их интерпретации, подготовке научных работ, пропаганде и внедрении результатов в производство. В опубликованной научной статье, выполненной в соавторстве, доля диссертанта составляет 50% и заключается в получении экспериментальных данных и математико-статистической оценке полученных результатов. При участии научного руководителя проведено планирование направления работы, формулировка основных научных положений и анализ результатов.

Апробация работы. Результаты диссертационного исследования докладывались на заседаниях кафедры земледелия и растениеводства ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» (2016–2018 гг.); Ученом совете ФГБУН «НИИСХ Крыма» (2018 г.); 2-й Российской научно-практической конференции «Ландшафтное планирование и управление агробиогеоценозами» (г. Анапа, 2018 г.); III Международной научной конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки», ФГБУН «НИИСХ Крыма» (г. Ялта, 2018 г.); IV

Международной научной конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной 11 науки», ФГБУН «НИИСХ Крыма», (г.Ялта 2019 г.); XV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Рациональное использование природных ресурсов в агроценозах» (Симферополь, 2020 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития» (Благовещенск, 2020 г.); V Международной научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки» (Симферополь, 2020 г.); Международной научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды – 2020» (г. Севастополь, 2020 г.); III Всероссийской конференции молодых ученых АПК «Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика» (п.Рассвет, 2021г).

Степень достоверности. Требуемая достоверность полученной информации и выводов на ее основе обеспечена строгим соблюдением методических требований к выполнению полевых экспериментов и агрохимических анализов при постоянном контроле со стороны научно-методического совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», а также статистической обработкой экспериментальных данных с применением дисперсионного, корреляционного, регрессионного методов, а также стандартного пакета Statistica 10.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 11 научных работ, из них – 1 статья уровня Скопус, 3 статьи в журнале «Таврический вестник аграрной науки», включенном в ядро Российского индекса научного цитирования, и размещенного в базе данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science, 1 статья в журнале «Известия сельскохозяйственной науки Тавриды» из перечня ВАК РФ, 6 тезисов конференций.

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю Изотову Анатолию Михайловичу за организационные и научные советы при выполнении диссертационной работы.

1. УСЛОВИЯ И ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

1.1 Значение и распространение *Triticum durum* в мире

Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) является ценной продовольственной культурой, занимающая второе место в мире по посевным площадям, после мягкой пшеницы [1]. Валовой объем производства в мире *Triticum durum* составляет около 30–35 млн. т в год [2].

Из муки твердых пшениц изготавливают множество продуктов – спагетти, пасту, макароны и макаронные изделия самого лучшего качества, имеющие большую популярность в Западном полушарии и Европе; «chapattis» – тонкие, пресные блины, используемые в Индии и Пакистане практически в ежедневном рационе; различные виды сушеной лапши пользующиеся спросом в Южной Азии (Китай, Япония); «bulgur» и «frekeh» – широко распространенные продукты в Турции, Сирии, Иордании, Ливане и Египте [3]. Кроме того, во многих странах мира мука из твердых сортов пшеницы используется, в том числе, для производства хлеба, круп, вафельных стаканчиков, готовых хлопьев на завтрак.

В отличие от зерна мягкой пшеницы, богатого крахмалом, зерно твердой пшеницы отличается, прежде всего, высоким содержанием белка и клейковины и минимальным содержанием крахмала. По данным зарубежных исследователей, высококачественное зерно твердой пшеницы должно содержать не менее 12–16% белка, а минимальное значение стекловидности – 80% [2, 4–5]. Именно высокое качество сырья обеспечивает макаронным изделиям из твердой пшеницы (pasta) неповторимые вкусовые характеристики. При этом, благодаря особой структуре семолины, паста при варке увеличивается в объеме в 2–2,5 раза [6–7].

Немаловажным в производстве макаронных изделий является цвет продуктов, который достигается не применением красителей, а благодаря содержанию в крупе естественных каротиноидов [8].

Стоит сказать, что в последние годы меняется и восприятие потребления макаронных изделий [9]. Паста теряет свой дешевый и наполняющий образ. Ранее, считающиеся вредными для здоровья, богатые углеводами и крахмалом, макароны теперь воспринимают как отличный низкокалорийный продукт, источник протеина, при относительно низкой стоимости, что, несомненно, является привлекательным для потребителя.

Иностранные исследователи в своем обзоре «Does wheat make us fat and sick?» («Разве пшеница делает нас толстыми и больными?») в ответ на известную книгу-бестселлер Дэвиса У.Р. Wheat Belly («Пшеничный живот», 2011), в которой выдвигается предположение о негативном влиянии на человеческий организм продуктов из пшеницы, высказываются о том, что отнесение причины ожирения к одному конкретному типу пищи или компоненту питания, а не к чрезмерному потреблению и неактивному образу жизни в целом, не является правильным [10]. Авторы указывают, что продукты из пшеницы, съеденные в рекомендованных количествах приносят исключительно пользу – снижается риск развития диабета второго типа и сердечно-сосудистых заболеваний. И только непереносимость (особенно целиакия) и аллергия на пшеничное зерно являются факторами риска для человека.

В научной работе Kumar P. с соавторами, посвященной лечебным свойствам пшеницы, в том числе *Triticum durum*, указывается на целый комплекс веществ (минералов – цинка и железа, витаминов группы В, пантотеновой кислоты), которые благоприятно влияют на здоровье человека [11].

Министерство сельского хозяйства США совместно с Управлением по контролю за продуктами и лекарствами и Министерством здравоохранения еще в 1991 году разработали, так называемую, пищевую пирамиду из продуктов, составляющих ежедневную питательную диету не только рядового американца, но и европейца [3]. Основа этой пирамиды – макароны, хлеб и крупы, являющиеся одними из самых популярных, универсальных и

питательных продуктов в мире. Поскольку среди глобальных целей устойчивого развития планеты, установленных Организацией Объединенных Наций, являются стратегические меры борьбы с голодом, твердая пшеница, наряду с мягкой, считается важнейшими инструментом в достижении поставленных задач [12].

Согласно последним собранным данным Sall A.T. с соавторами, крупнейшими странами-производителями зерна твердой пшеницы являются Турция и Канада, которые ежегодно возделывают ее на площади 2 млн. га каждая; за ними следуют Алжир, Италия и Индия, с возможностью выращивания на 1,5 млн. га, а Франция, Греция, Марокко, Пакистан, Португалия, Казахстан, Россия, Испания отводят под нее от 0,5 до 0,8 млн. га [13]. Сирия также принадлежала к этой группе крупных производителей, однако многоуровневый вооруженный конфликт на ее территории, начавшийся весной 2011 года, свел на «нет» производство продукции растениеводства.

Азербайджан, Ирак и Иран в совокупности выращивают твердую пшеницу на площади более 0,7 млн га; Египет, Иордания, Ливан и Мексика планируют ежегодное производство этой культуры примерно на 0,2 млн. га. Эфиопия является крупнейшим производителем твердой пшеницы в Африке, располагая под культурой 0,6 млн. га. В последнее время появилась заинтересованность Австралии – *Triticum durum* здесь стали возделывать на площади около 0,1 млн. га.

Основные регионы возделывания твердой пшеницы в Российской Федерации – это Оренбургская, Самарская, Челябинская, Саратовская области, Ставропольский и Алтайский края: суммарное производство зерна составляет 650–700 тыс. т (на площади 0,5 млн. га), что оценивается как менее 2% от общемирового [14].

По мнению Гончарова С.В. с соавтором, основной причиной незначительной доли экспорта российской твердой пшеницы является низкое качество отечественных сортов, а также недостаточное финансирование

отечественных селекционных программ для выведения сортов, соответствующих современным требованиям переработки.

Почвенно-климатические условия Крымского полуострова вполне благоприятны для реализации генетического потенциала сортов твердой озимой пшеницы. В Крыму хорошо сочетаются плодородные почвы и высокая теплообеспеченность вегетационного периода со сравнительно мягкими зимами. Такие природные условия способствуют хорошей перезимовке ее растений и формированию зерна с высокой белковостью и стекловидностью. Согласно расчетам Рюмшина А.В., в структуре посевных площадей твердая озимая пшеница в Крыму может занимать 80–100 тыс. га, при размещении ее по чистым и занятым парам [15]. Однако в настоящее время только отдельные хозяйства Крыма возделывают твердую пшеницу, а Крымская макаронная фабрика изготавливает около 20 изделий исключительно на сырье из сортов мягкой пшеницы [16].

На территории Крымского полуострова выращиванием этой культуры занимались еще в греческих колониях на берегу Черного моря [17]. В условиях Причерноморских степей твердая пшеница высевалась под местными сортовыми названиями «арнаутки», «айдарки», «гарновки», «черноуски». Наибольшее распространение в засушливых степях получила яровая твердая пшеница «арнаутка» [18].

В первой половине XIX века благодаря высокому качеству зерна твердая пшеница пользовалась повышенным спросом на мировом хлебном рынке, а Керченская Белотурка была удостоена медали на Лондонской всемирной выставке в 1850 году. В дореволюционный период на территории Азово-Черноморского региона на экспорт производилось более 5 млн. тонн зерна твердой пшеницы первого и второго классов [19].

Из-за низкой урожайности зерна в дальнейшем яровая твердая пшеница была вытеснена полностью с полей Крыма более урожайной озимой мягкой пшеницей. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы превышала урожайность твердой пшеницы, в результате чего в 50–60 годы прошлого

века она заняла господствующее положение на Крымском зерновом рынке [20–22]. В этот период зерна твердой пшеницы отечественного производства практически не стало. Вследствие этого для производства макаронных изделий и круп стали использовать зерно мягкой пшеницы. Однако такие изделия существенно уступают по качеству таковым из твердой пшеницы: они имеют серый цвет, развариваются и слипаются при варке, образуя большой осадок.

В условиях Крымского полуострова озимые формы пшеницы вследствие лучшей обеспеченности растений влагой по продуктивности в 1,5–2,0 раза превосходят яровые формы. Поэтому для возобновления и увеличения производства зерна твердой пшеницы целесообразно внедрять в производство озимую твердую пшеницу [23–25]. Одним из первых сортов озимой твердой пшеницы, возделываемый в условиях республики, был сорт Мичуринка, создан в 1959 году во Всесоюзном селекционно- генетическом институте (г. Одесса) Ф.Г. Кириченко [26–27].

В настоящее время, в связи с вхождением Республики Крым в правовое поле России, изучение новых для полуострова сортов твердой озимой пшеницы, включенной в Государственный реестр селекционных достижений, разрешенных для выращивания в VI (Северокавказском) регионе, является актуальным и востребованным производством.

1.2 Условия и приемы формирования высококачественного зерна озимой твердой пшеницы

Озимая форма твердой пшеницы создана селекционерами и возделывается относительно недавно, и по сравнению с мягкой озимой пшеницей и имеет меньшее количество публикаций и исследований, по ее реакции на обеспеченность посевов азотом, по срокам и нормам внесения удобрений и другим элементам технологии возделывания. Однако наряду с выявленными особенностями биологии этой культуры между этими видами пшеницы имеется много общего, как в морфологии, так и в реакции на условия произрастания [27–32]. Поэтому вполне приемлемо и даже

целесообразно, по нашему мнению, в анализе научных публикаций использовать и материалы по мягкой озимой пшенице.

В то же время множество литературных источников указывают на то, что экономическая составляющая культуры *Triticum durum* зависит не только от урожайности зерна, а и от его качества, поскольку последнее напрямую связано с пищевой и технологической ценностью получаемых конечных продуктов [33–35]. В свою очередь, качество зерна определяется, главным образом, генотипом сорта, а также зависит от погодных условий, пищевого режима и элементов технологии возделывания [36–38].

Стоит отметить, что четкого и исчерпывающего определения, каким должно быть качество твердой пшеницы, в иностранной научной литературе нет [2, 36, 39–40], и большинство фермеров за рубежом ориентированы на отдельные аспекты свойств муки из твердой пшеницы [36]. Чаще всего к ним относят содержание белка и клейковины, стекловидность, натурную массу зерна, содержание золы, иногда обращают внимание на количество желтых пигментов (каротиноидов), качественные параметры семолины и низкое содержание липоксидазы.

Заготовители продовольственного зерна твердой пшеницы в России оценивают его качество в соответствии с ГОСТом 9353-2016 [41], по которому основными критериями распределения зерна по классам являются натура, стекловидность, белок, содержание и качество клейковины. Все они являются признаками косвенной оценки готовых изделий.

1.2.1 Продуктивность и качество зерна озимой твердой пшеницы при различной обеспеченности посевов азотом

Данными науки и производства установлено, что прирост урожайности примерно на 50% обеспечивается за счет внесения удобрений [42 с. 21].

Азот – основной элемент питания, необходимый для формирования зерна с высоким содержанием белка. Он является составляющей всех белковых молекул и не может быть заменен другим элементом.

Монография В.Г. Сычева с соавторами «Роль азота в интенсификации продукционного процесса сельскохозяйственных культур» начинается с цитаты Д.Н. Прянишникова: «Если не говорить о воде, то именно азот является самым могущественным двигателем в процессах роста, развития и творчества природы. Его уловить, им овладеть – вот в чем задача, его сберечь – вот в чем ключ к экономике, подчинить себе его источник, бьющий с неистощимой энергией – вот в им тайна благосостояния...» [43].

По твердому убеждению Л.М. Державина с соавторами, главным условием получения высококачественного зерна *Triticum durum* является обеспечение растений достаточным количеством азота [42 с.39].

Поступление этого элемента в пшеничное растение начинается с начала вегетации до молочной спелости зерна. Низкая обеспеченность растений азотом проявляется в светло-зеленой окраске листьев, слабой кустистости и небольших размерах вегетативных и репродуктивных органов растений [44]. Эффективность азотных удобрений в большей степени изменяется по годам исследований и зависит от особенностей агрометеорологических условий [45–46].

Выделяют два основных направления в применении азотных удобрений при выращивании озимой пшеницы. Представители первого считают, что наиболее эффективно одноразовое осеннее предпосевное внесение азота, и что азотные подкормки не эффективны, и часто не обеспечивают окупаемость дополнительных затрат [47–52]. Перенесение с предпосевного периода на весеннюю подкормку части нормы внесения азотных удобрений не оказывает положительного влияния ни на величину, ни на качество урожая пшеницы. Азотные подкормки необходимы только тогда когда с осени удобрений внесено недостаточно [53–56].

Представители второго направления считают, что более целесообразно дробное внесение азотных удобрений, так как внесенные одноразово высокие дозы азота, необходимые для формирования высококачественного зерна, оказывают отрицательное влияние на проростки семян пшеницы вследствие

повышения концентрации почвенного раствора, а дробление нормы (внесение ее в течение вегетации) снижает потери, происходящие во время нахождения удобрений в почве при растянутом периоде потребления растениями этого элемента питания [42, 57–60].

Природные факторы, формирующие географические закономерности действия азотных удобрений, многообразны и, нередко, взаимосвязаны. Поэтому, более детальное и глубокое их исследование является непременным условием построения эффективных и экологически обоснованных зональных систем земледелия.

Тем не менее, применительно к условиям Крыма также не выработано единого мнения по срокам внесения азотных удобрений при возделывании озимой пшеницы. Так, данным Тулина А.С. с соавторами, внесение всей нормы азота осенью под основную обработку почвы, либо под предпосевную культивацию предпочтительнее ее дробление, которое, как правило, дает такой же эффект, как и разовое внесение, кроме лет с влажной осенью и зимой [52, 54–55]. Во влажную осень в условиях Крыма эффективна осенняя подкормка, которая в засушливые годы лучше поздневесенней [30, 61–62].

В опытах Рюмшина А.В., проведенных в 2000–2005 гг. в условиях Центральной степной части Крымского полуострова, некорневая азотная подкормка и ее дозы не оказали значимого влияния на продуктивность посевов озимой твердой пшеницы [15].

Вместе с тем, большинство исследователей придерживаются мнения, что целесообразнее всего подкармливать посевы озимой пшеницы ранней весной, когда в большинстве лет в корнеобитаемом слое почвы доступного для растений азота мало, а периодическое оттаивание и замерзание почвы позволяет свести к минимуму потери азота удобрений [62–68].

В подтверждении этого высказывания Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанин Т.М. приводят данные положительного влияния азотных удобрений по всем природно-климатическим зонам возделывания России. Так, средняя прибавка урожая озимой пшеницы от подкормки азотом в дозе N60

составляет 3,9 ц/га с изменениями между типами почв от 9,1 (дерново-подзолистые) до 2,4 (каштановые) [68]. Более существенная разница в эффективности азотных удобрений внутри каждого типа почв в зависимости от их агрохимических свойств и доз внесения. На дерново-подзолистых почвах прибавка урожая зерна варьирует от 3,8 до 13,6 ц/га, на черноземах выщелочных – от 2,2 до 9,4 ц/га, на черноземах мицеллярно-карбонатных – от 1,0 до 5,1 ц/га, каштановых от 1,8 до 3,0 ц/га.

В Крыму, по данным Николаева Е.В. с соавторами, по паровым предшественникам для озимой пшеницы осенью, как правило, в почве содержится достаточное для нормального роста и развития растений количество азота до прекращения вегетации и в февральские оттепели [69–71]. Поэтому на этих предшественниках, в основном, предпочтение следует отдавать однократному внесению азотных удобрений в зимние оттепели или ранней весной по тало-мерзлой почве. Дозу внесения азота рационально рассчитывать на основе данных почвенной диагностики азота нитратов в ранневесенний период [69–73].

В монографии «Пшеница в Крыму» Е.В. Николаев и А.М. Изотов предупреждают, что эффективность весенней подкормки в значительной мере будет определяться запасом влаги в почве: при ограниченном ее количестве в весенний период внесенные удобрения могут быть частично или даже полностью не использованы ни для формирования урожая, ни для повышения качества зерна [69]. Учитывая засушливость зоны, авторы рекомендуют вносить удобрения по мерзлоталой почве, с тем, чтобы азот попал в корнеобитаемый слой, пока в ней есть влага. Кроме того, на очень засоренных полях азот, внесенный весной, будет, в первую очередь, использован энергично развивающимися сорняками. Для отстающих в росте и развитии растений пшеницы внесенного удобрения может просто не хватить. В этом случае урожайность ее может даже уменьшиться.

Величина дозы внесения азота с удобрениями зависит не только от содержания нитратного азота в почве. Главным образом, она определяется

предшественником, гидротермическими условиями, состоянием посева и другими факторами, в том числе финансовыми возможностями предприятия, поэтому интервал оптимальных норм азотных удобрений в зависимости от складывающихся условий довольно широк от 20 до 150 кг/га д.в. [69, 74–80].

Кроме того, в литературе имеется информация о разной отзывчивости сортов озимой пшеницы на азотные удобрения. Так, в опытах В.В.Пироженко наиболее отзывчивым был сорт Льговская 4 – применение азота в равных дозах по 60 кг/га осенью и весной способствовало получению прибавки урожая в 2 раза больше, чем у сорта Мироновская 808 [81].

В рассмотренных выше материалах шла речь об урожайности зерна, однако, не менее значима и другая сторона проблемы, связанная с содержанием азота в растениях, в том числе – белковых веществ в зерне, поскольку качество пшеницы, а, в дальнейшем, и муки, во многом определяет качество макаронных изделий и хлеба. Характер действия азотных удобрений на качество продукции, как правило, оценивается по «конечному результату» – сформированному урожаю [43].

Пшеничное зерно содержит 75–80% углеводов, а содержание белка может варьироваться от 8 до 20% от общего количества сухого вещества [82]. Наиболее важные белки – глютенин (определяет вязкоупругие свойства, которые необходимы для образования теста), и глиадин (влияет на вязкость и придает растяжимость тесту).

Накопление белка в зерне зависит от условий увлажнения вегетационного периода: оно коррелирует и с количеством осадков, и с гидротермическим коэффициентом по Селянинову (ГТК) [83]. Коэффициенты корреляции не очень высокие, но достоверные на 5-⁰% уровне значимости. Таким образом, степень влияния условий атмосферного увлажнения на содержание белковых веществ в зерне пшеницы поддается измерению, и определенная доля территориального варьирования белковости должна быть отнесена на счет именно этого фактора.

Роль предшественника в формировании качества урожая озимой пшеницы, в том числе, твердой, вследствие его многогранности и продолжительности воздействия на растение также считается одним из значимых [69, 84–85]. Проявляется это действие, в основном, через водный и пищевой режимы почвы и, в частности, связано с обеспеченностью азотом. Как показали исследования, ко времени сева почва, после различных предшественников, содержит неодинаковое количество нитратов [69]. В слое 0–40 см чернозема на пару чистом их было 17,6, на пару занятом – 16,0, кукурузе на силос – 13,7, паровой озими – 11,9, подсолнечнике – 10 мг/кг. Согласно данным Е.В. Николаева с соавтором, показатель стекловидности зерна озимой пшеницы, выращенной в условиях Крыма по предшественникам чистый пар, занятый пар, кукуруза, подсолнечник, озимая пшеница составил 80; 70; 65; 58; 63, а массовой доли клейковины – 27,0; 23,9; 20,1; 20,1; 20,5 соответственно.

В опытах Рюмшина А.В. твердая и мягкая пшеница по предшественнику черный пар в условиях Крыма накапливали в среднем 15,4 и 13,3% белка, а по занятому – 14,0 и 12,0% соответственно [15]. Массовая доля сырой клейковины в зерне озимой твердой и озимой мягкой пшеницы изменялась в соответствии с отмеченными выше закономерностями в содержании белка. Автор добавляет, что в Крыму на белковость зерна определенное влияние оказывают и особенности погодных условий года. В более благоприятных для формирования величины урожая гидротермических условиях вследствие «ростового разбавления» азота белка в зерне содержится меньше в сравнении с менее благоприятными условиями.

Немаловажное практическое значение имеет способность пшеницы усиливать накопление белка в зерна под влиянием азотных удобрений.

По данным Д.Ю. Журавлева с соавторами, в условиях степного Поволжья накопление белка в зерне озимой пшеницы на уровне 13,0–14,3% возможно, если расходовалось не менее 2,2–2,9 кг азота на формирование 1 ц зерна с соответствующим количеством побочной продукции [85].

В научной работе В.Г. Сычева приводятся данные полевых опытов, проведенных с озимой мягкой и твердой пшеницей на выщелочных черноземах Татарстана и слабощелочных черноземах Курской области [83]. По предшественнику зерновые колосовые (после которого действие должно проявиться более отчетливо) содержание белка в зерне без азотных удобрений составило у мягкой пшеницы 12,8%, у твердой – 15,2% в условиях Татарстана. Внесение азота в дозах 60, 90 и 120 кг/га д.в. сопровождалось повышением белковости зерна мягкой пшеницы до 13,4; 14,3 и 14,6%, твердой – соответственно до 16,3; 17,0 и 17,7%. Прирост процента белка по отношению к контролю в первом случае равнялся 0,6; 1,5 и 1,8%, во втором – 1,1; 1,8 и 2,5 %, то есть у твердой пшеницы усиление накопления белковых веществ под влиянием азотных удобрений происходило более активно.

Подобные исследования в Курской области показали следующие результаты: без внесения азота мягкая пшеница содержала 10,9%, вторая – 11,6 % белка, N_{60} и N_{120} повысили белковость мягкой пшеницы до 13,0 и 13,2%, твердой – до 14,0 и 14,4%.

В условиях сухостепной зоны заметной разницы в действии азотных удобрений на разновидности пшениц не наблюдалось [86]. Так, на светло-каштановых почвах Волгоградской области в зерне неудобренной мягкой пшеницы обнаружено 13,2%, твердой – 13,5%. Внесение $N_{40}P_{60}$ повысило белковость мягкой пшеницы до 14,7 %, твердой – 14,8%. Такой результат, обусловленный засушливостью климата и особенностями почвенных условий, по мнению В.Г. Сычева, вполне соответствует воззрениям Н.М.Тулайкова, одного из первых исследователей влияния природных факторов на белковость русской пшеницы. Он полагал, что в засушливых условиях Поволжья может происходить стирание ботанических особенностей разновидностей пшеницы, так как благодаря высокому осмотическому давлению почвенного раствора вся пшеница дает почти одинаковое содержание белка в зерне.

На качество зерна пшеницы более значительное влияние оказывает азот удобрений внесенных в подкормку в сравнении с допосевным его внесением. Дробное внесение азотных удобрений, либо одноразовое – весной перед выходом в трубку способствует формированию зерна более высокого качества, чем при одноразовом осеннем удобрении [15, 87–91]. Более поздние азотные подкормки (весенние и летние) сильнее влияют на накопление белка в зерне [92].

Так, подкормка азотом в условиях выщелоченного чернозема в Самарской области способствовала увеличению выхода хлеба и количества белка в зерне в пределах 2,65% практически у всех сортов озимой пшеницы [93].

На дерново-подзолистой супесчаной почве в Черниговской области внесение возрастающих доз аммиачной селитры сопровождалось повышением белка и клейковины [94]. При этом увеличивались время до начала разжижения теста, валометрическая оценка, сила муки и ее набухаемость, объемный выход хлеба и снижалось разжижение теста. Между содержанием белка и клейковины в зерне, его физических свойств, технологических и хлебопекарных качеств муки установлены достоверные связи.

1.2.2 Эффективность специальных приемов повышения качества зерна при выращивании озимой пшеницы

Несмотря на огромный ассортимент появившихся в последние годы различных видов органоминеральных и микроудобрений, биостимуляторов, микробиологических препаратов и регуляторов роста растений, разработка приемов управления продукционными процессами сельскохозяйственных культур, в частности, озимой пшеницы, агрохимическими средствами продолжает оставаться одной из важнейших проблем сельского хозяйства [95–96].

Действие таких препаратов, уже применяющихся на практике или находящихся на испытании, требует скрупулезного изучения в научно-

исследовательских учреждениях, поскольку самому фермеру довольно трудно разобраться в огромном количестве предлагаемых агрохимических средств [97–101], тем более, что появляются все новые и новые их виды [102–104].

В конкретном формате данной проблемы следует отметить, что существующие препараты очень различны по своим свойствам, составу и действием на растение.

Применение микробных препаратов (биопрепаратов) положительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур, поскольку они являются дополнительным источником элементов питания растений [105 с. 9]. К основным механизмам действия микроорганизмов на растения относят азотфиксацию, оптимизацию фосфорного питания, подавление развития фитопатогенов, оптимизацию питания растений, повышение устойчивости растений к стрессам [105–109]. В большей мере биопрепараты применяют на бобовых культурах, с целью вовлечения в агроценозы биологического азота.

Использование в сельскохозяйственном производстве и личном подсобном хозяйстве регуляторов роста, обладающих широким спектром физиологической активности, не менее популярно, и, по мнению Остапенко А.П. и Фалынскова Е.М., пользуются на рынке не меньшим спросом, чем средства защиты растений и удобрения [110].

При создании таких препаратов предпочитают использовать естественные (природные) вещества, синтезируемые из растений, микроорганизмов, грибов [111–113]. Кроме того, существует мнение, что стимуляторы роста, применяемые на фоне внесения азотных удобрений, более эффективны, поскольку обеспечивают растение дополнительной энергией и дают возможность растению использовать эту энергию для перекачки в клетки большего количества питательных веществ [114].

В литературе имеется довольно много примеров положительного влияния различных регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

Так, Вакуленко В.В. с соавтором приводят данные по эффективности инкрустации семян пшеницы препаратом Амбиол, что позволило получить прибавку зерна 2,9 ц/га при снижении поражаемости культуры корневыми гнилями на 29% [115]. Бутузов А.С., совмещая некорневую азотную подкормку в фазе колошения и применение регуляторов роста на основе экстракта *Silphium perfoliatum* L., добился прибавки урожая зерна 2,2–3,7 ц/га и повышение сырой клейковины на 1,3–1,4 % [116]. Данные Синяшина О.Г. с соавтором показывают, что использование препарата Мелафен в условиях Краснодарского края способствовало получению достоверной прибавки урожая 6,9 ц/га (12,8%), повышению натуры зерна 17 г/л, массы 1000 зерен – на 1,7 г, стекловидности – на 6,5% и содержания клейковины – на 2,4% [113].

В почвенно-климатических условиях Крыма изучение эффективности регуляторов роста растений Вымпел и Агат-25К на озимой мягкой пшенице были посвящены исследования Приходько А.В. и Ремесло Е.В. [114]. В результате было установлено, что данные препараты способствуют увеличению урожайности на 10,78 и 13,38% соответственно, при одновременном повышении качества зерна (масса 1000 зерен возростала на 8,7 и 9,2 %, натурная масса зерна – на 6,8%).

Научными исследованиями, как отечественными [117–129], так и иностранными [130–133], достаточно обстоятельно доказано, что в современном высокоэффективном земледелии необходимо применять не только удобрения, содержащие макроэлементы (NPK), но и мезо- (Ca, Mg, S, Si, Fe), микро- (B, Mo, Zn, Cu, Co, Mn) и ультрамикроэлементы- (V, J, Se и другие). Наибольшее практическое значение в мировом сельскохозяйственном производстве получили борные, молибденовые, цинковые, медные, марганцевые и кобальтовые микроудобрения. Такие микроудобрения также могут входить в состав препаратов, в том числе, для обработки растений пшеницы.

Известно, что микроэлементы принимают активное участие во многих жизненно важных процессах, происходящих в растениях. Действуя через

ферментативную систему или непосредственно связываясь с биополимерами растений, они могут стимулировать или ингибировать процессы роста, развития и репродуктивную функцию последних. Многие элементы входят в состав важнейших ферментов, витаминов, гормонов и других физиологически активных соединений, участвуют в процессах синтеза белков, углеводов, жиров, витаминов. Исключительно важную роль играют микроэлементы в повышении устойчивости растений к неблагоприятным климатическим условиям, поражению болезнями, вредителями и др.

За последнее 5 лет появилось огромное количество научных статей, посвященных использованию на сельскохозяйственных культурах и, в том числе, на озимой пшенице, органоминеральных удобрений с добавлением микроэлементов на основе экстракта водорослей, сапропеля, птичьего помета, молочной сыворотки и др. [134–144], которые, за счет способности комплексно влиять на биохимические и физиологические процессы, протекающие в органах растения, способны повышать урожайность и качество продукции.

Применительно к условиям Крыма подобные испытания на озимой мягкой пшенице проводила Ремесло Е.В. [134]. Результаты исследований показали, что применение комплексов органоминеральных удобрений («Аминокат», «Флорон», «Атланте», «Микрокат», «Атланте Плюс», «Келик Калий», «Келик Калий-Кремний») путем опрыскивания приводило к увеличению урожайности пшеницы озимой на 0,23–0,33 т/га (4,6–6,6 %) по сравнению с контролем за счет увеличения количества зерен в колосе на 7,7–9,9% и массы зерен с колоса на 14,0–16,8 %.

Также неуклонно растет в последние годы количество научных публикаций, направленных на изучение эффективности препаратов на основе гуминовых кислот. Такие удобрения в иностранной литературе часто называются как «органические» или «натуральные», обогащаются макро- и микроэлементами, которые, по мнению производителей, высвобождаются растению в соответствии с его потребностями [145–149].

Основными особенностями применения препаратов на основе гуминовых кислот в земледелии России являются [181]:

1. Большое разнообразие выпускаемых в стране форм и видов препаратов. По статистическим данным производством таких российских препаратов занимаются более 60 предприятий, организаций и индивидуальных предпринимателей, которые выпускают более 200 наименований продукции.

2. Неоднородность химического состава препаратов на основе гуминовых кислот. Она обусловлена двумя факторами. Во-первых, экстрагирование гуминовых кислот осуществляется из сырья разного качества и химического состава (бурые угли, виды торфа, отходы животноводства). Во-вторых, ряд производителей выпускают только экстракты гуминовых кислот разной концентрации. Другая группа при производстве гуминовых препаратов обогащает их микроэлементами, рострегулирующими химическими соединениями и макроэлементами.

3. Различная степень отзывчивости сельскохозяйственных культур на гуминовые препараты. Наиболее отзывчивы овощные культуры.

4. Оптимальные сроки и способы применения препаратов. В результате многолетних испытаний установлено, что для однолетних растений (зерновые, кормовые, технические) наиболее приемлемыми являются схемы применения, предусматривающие предпосевную обработку семян с последующими опрыскиваниями посевов растворами на основе гуминовых кислот.

5. Совместное применение препаратов на основе гуминовых кислот и пестицидов. Такая возможность доказана многочисленными опытами, проведенными в Нечерноземной зоне, Поволжье, Центральной черноземной полосе, Северном Кавказе, Западной Сибири, Алтае, Украине и Казахстане.

Эффективность отечественных препаратов, таких как «Флора-С» и «Фитоп-Флора-С», показана на различных сельскохозяйственных культурах: гречихе [148–149], яровом тритикале [150], подсолнечнике [151], мягкой

пшенице [152–153], лаванде узколистной [154], винограде [155]; цветочных [156], ягодных [157] и древесных культурах [158].

Согласно исследованиям Колесникова Л.Е. с соавторами, обработка сортов мягкой яровой пшеницы препаратом «Фитоп-Флора-С» выявила положительное влияние на биологическую урожайность культуры [152]. Средние значения показателей продуктивности сортов Ленинградская-6, Сударыня и Trizo позволили определить, что данный препарат оказывал влияние на увеличение длины колоса на 13,8%, числа зерен в колосе – на 45,0%, массы колоса – на 58,2%. Статистически достоверного влияния на урожайность препарата Флора-С не выявлено [152–153].

Подобных исследований на озимой твердой пшенице не проводилось, кроме того, отсутствуют данные о влиянии торфо-гуминовых удобрений на качество зерна пшеницы. Следовательно, эффективность этих препаратов необходимо определить экспериментально.

Обобщение и систематизация обширного экспериментального материала, касающегося влияния азотных удобрений на продуктивность и качество пшеничного зерна, несмотря на попытку принимать во внимание, в первую очередь, современные исследования, позволили сделать вывод, что основная масса полевых экспериментов была поставлена в 1970–1990 гг. Наши великие предшественники-ученые заложили прочный фундамент агрохимической науки. И, по нашему мнению, которое согласуется с мнениями ученых ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова [95 с. 15], данные эти не следует считать устаревшими, поскольку в последние десятилетия в нашей стране и применение удобрений, и проведение соответствующих полевых опытов значительно уменьшилось. При этом нет никаких оснований полагать, что за прошедший период эффективность азотных удобрений изменилась вследствие каких-либо серьезных сдвигов в агротехнике или введении новых сортов. Азот был и остается эффективным средством управления величиной и качеством урожая озимой пшеницы, однако сложность проблемы заключается в том, что его действие тесно

связано с факторами окружающей среды на протяжении всего периода вегетации растений, и, прежде всего, с влагообеспеченностью.

Тем не менее, следует учесть, что Крым относится к зоне рискованного земледелия и урожайность сельскохозяйственных культур здесь находится в большой зависимости от погодных условий, кроме того, не стоит сбрасывать со счетов процессы глобального потепления. Произошли серьезные изменения в водном балансе Крыма – прекратил свое функционирование Северо-Крымский канал. Поэтому корректировка доз азотного минерального удобрения для твердой озимой пшеницы, по нашему мнению, является необходимым шагом в изучении эффективности данного агроприема.

Мировые и отечественные источники литературы свидетельствуют об активном изучении в последние годы различных агрохимических препаратов (регуляторов роста, органоминеральных удобрений, биопрепаратов и др.) на озимой пшенице. Исследование влияния таких препаратов на урожайность и качество продукции, и выявление наиболее эффективных из их большого числа – задача актуальная и несет, несомненно, практическое значение.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Климатическая характеристика зоны исследований

Климат зоны, где проводились исследования, относится к так называемому III агроклиматическому району (Нижний предгорный). Климат здесь менее засушливый по сравнению со степными районами, а наблюдающееся снижение сумм температур определяется более низкой температурой летних месяцев (таблица 1) [159].

Таблица 1. – Основные среднемноголетние метеорологические показатели зоны исследований

Метеорологический показатель	Метеостанция Симферополь
Средняя годовая температура воздуха, °С	12,8
Сумма температур выше 5 °С	3792
Сумма температур выше 10°С	3427
Число дней с температурой выше 0°С	295
Число дней с температурой выше 5°С	237
Число дней с температурой выше 10°С	184
Безморозный период, дней	171
Относительная влажность воздуха (апрель – октябрь), %	53
Годовая сумма осадков, мм	520
Число дней с относительной влажностью воздуха < 30%	40
Число дней с сильным ветром (> 15 м/сек)	35
Количество часов солнечного сияния за год	2400
Гидротермический коэффициент по Селянинову, ед.	1,0

Среднегодовая температура воздуха +9,7–10,5°С, самых холодных месяцев (января и февраля) соответственно минус 2,1 и 2,4°С, самых теплых месяцев (июля и августа) +23,4 и 22,4°С. Средний минимум годовых температур минус 19–23°С. Возможно понижение температуры до минус 31°С. Зимой почва промерзает до 21–23 см, иногда 70–80 см.

Холодный период продолжается 71 день (с 21 декабря по 1 марта). Вегетационные оттепели, в которые озимая пшеница может вегетировать, возможны в 35% зим. Период без заморозков 171 день.

Сумма температур выше 10°C составляет 3385°C . В июле в полдень температура повышается до $+28,9-30,2^{\circ}\text{C}$, в отдельные годы до $+40-41^{\circ}\text{C}$. На поверхности почвы максимальная температура может быть $+60-65^{\circ}\text{C}$.

Годовая сумма осадков 520 мм (с колебаниями по годам от 226 до 520 мм). Максимум осадков выпадает в июне (61 мм), минимум (19 и 17 мм) – в марте и апреле. Более половины осадков – 58%, выпадает в период активной вегетации растений. Годовая испаряемость – 843 мм. Вероятность засух для большей части территории составляет 40–50 % лет.

На территории почвенно-климатической зоны преобладают восточные (22%) и северо-восточные (20%) ветры. Сильный ветер отмечается 28–39 дней в году. Число дней с суховеями варьирует от 10 до 19.

Осень (период с температурами ниже 15°C и выше 0°C) продолжительная и теплая со средней температурой $7,2^{\circ}\text{C}$, что находится в пределах хозяйственных оптимумов появления всходов и формирования вегетативных органов твердой озимой пшеницы.

Зима (период с температурами ниже 0°C) мягкая, с частыми оттепелями, во время которых возможна вегетация пшеницы. Средняя температура зимы составляет минус $1,5^{\circ}\text{C}$. Продолжительность оттепелей в два зимних месяца может достигать двух – трех декад.

Весна (период с температурами от 0°C до 15°C) продолжительная, со средней температурой $7,0^{\circ}\text{C}$. Среднесуточные температуры через 5°C переходят 28 марта, что обозначает начало устойчивого возобновления вегетации озимых культур.

Летом (период с температурами выше 15°C) количество осадков увеличивается, но, как правило, они выпадают локально, часто в виде ливней при высокой сухости воздуха и поэтому очень быстро влага испаряется.

Период вегетации озимой твердой пшеницы по условиям увлажнения характеризуется как засушливый. Особенно засушливым, критическим является период «сев – всходы» пшеницы. Эффективность летних осадков низкая. Наибольшее влияние на судьбу урожая оказывают поздне-осенние, зимние и ранневесенние осадки, которые при низкой испаряемости в это время и определяют запас продуктивной влаги в почве. Период созревания характеризуется высокими среднесуточными температурами (выше 20°C), что благоприятно для формирования зерна высокого качества. Но, в это же время, возможны «запалы» и «захваты», приводящие к значительному снижению продуктивности растений.

В целом климатические условия рассматриваемой зоны благоприятны для возделывания большинства сельскохозяйственных культур. В то же время нужно отметить ужесточающуюся аридность климата: повышение среднегодовой температуры воздуха на 1,4°C за последние 30 лет, неравномерность выпадения осадков как по годам, так и в течение каждого конкретного года, а также прекращение функционирования Северо-крымского канала, что повлекло за собой большую зависимость показателей урожайности зерновых культур от погодных условий года [160].

В приложении 1–4 подробно предоставлены параметры погодных условий за 2015–2018 гг. согласно данным метеостанции Симферополь.

Урожай озимой твердой пшеницы в 2015/2016 г. формировался при благоприятных условиях. Только накануне посева – в сентябре и первой декаде октября 2015 года, преобладала засушливая погода. Однако во второй половине октября температура почвы на глубине заделки семян снизилась до оптимальных показателей (13–14°C) и прошли осадки, в сумме 24,0 мм за вторую декаду и 30,0 мм – за третью декаду октября. За ноябрь выпало 51,6 мм. Таким образом, в дальнейшем агрометеорологические условия по температурному режиму и увлажнению были благоприятными для получения всходов и вегетации озимых культур.

Осенняя вегетация озимой пшеницы прекратилась 12 декабря (таблица 2). Первое образование снежного покрова отмечено 2-го декабря. В течение зимы снег подтаивал, затем высота его снова увеличивалась до 4-6 см. Характер залегания снега на полях неравномерный, но оголенных мест не наблюдалось.

Таблица 2. – Основные параметры погоды за вегетацию озимой твердой пшеницы среднемноголетние и за годы исследований

Параметр	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018	Средне- многолетние
Прекращение вегетации культуры	12 декабря	19 ноября	12 января	29 ноября
Возобновление вегетации за зимний период, раз	4		3	2-5
Весеннее возобновление вегетации	10 февраля	26 февраля	6 марта	13 марта
Количество продуктивной влаги в метровом слое почвы на период возобновления вегетации, мм	169,9	151,9	109,9	130-155
Количество осадков в весенний период март-май, мм	191,6	174,2	76,7	107
Количество дней с относительной влажностью ниже 30% (апрель-май)	3	3	12	9
Гидротермический коэффициент по Селянинову за период вегетации озимой пшеницы	1,30	1,10	0,84	1,07

Условия перезимовки озимых были хорошими. В течение перезимовки культура несколько раз возобновляла, продолжая рост и развитие, и прекращала вегетацию. Возобновление весенней вегетации озимой твердой пшеницы в 2016 году было ранним и отмечалось 10 февраля. Запасы продуктивной влаги в метровом слое составляли 169,9 мм.

Условия зимне-весеннего периода способствовали формированию продуктивного стеблестоя твердой пшеницы. Следует отметить, что такие условия были благоприятными не только для озимых культур, но и для вредителей. Теплая погода способствовала распространению мышевидных грызунов.

Благоприятные погодные условия, как перезимовки, так и весеннего периода вегетации способствовали более раннему развитию озимой пшеницы.

Условия 2016/2017 г. были благоприятны для роста и развития озимой пшеницы – ГТК за вегетационный период составил 1,10. Особенность погодных условий этого вегетационного периода в том, что впервые за последние сорок лет не отмечалось временного возобновления вегетации озимых за зимний период. Средние температуры зимних месяцев составили – в декабре – минус 0,8°C, январе – минус 1,7°C, феврале – +1,7°C, при среднемноголетних показателях – +2°C, +0,2°C и минус 2,4°C соответственно.

Отличительной чертой весеннего периода вегетации была высокая контрастность между дневными и ночными температурами воздуха, которая в отдельные дни достигала 20°C, а также ночные заморозки до минус 2°C в начале мая, что тормозило ростовые процессы и высота растений пшеницы была значительно ниже, чем в 2016.

Самые неблагоприятные условия для роста и развития растений озимой твердой пшеницы сложились в 2017/2018 г. В сентябре выпало всего 1,3 мм осадков, в октябре значение количества осадков было практически на одном уровне со среднемноголетним, а в ноябре и декабре наблюдался их дефицит.

Еще хуже ситуация была отмечена в других регионах Крыма – многие аграрии в степной зоне Крыма оттягивали срок сева озимых, другие сократили площади их посева в надежде на зимне-весенние осадки и посев ранних яровых.

Количество осадков за январь и февраль месяцы было незначительно выше нормы, в марте – превысило среднемноголетний показатель на 14,2 мм. Однако, отсутствие осадков и резкое повышение температуры воздуха в апреле привели к значительным потерям влаги. В этом месяце максимальная температура составила: в первую декаду – 23,5°C, во вторую – 20,1°C, третью – 25,1°C. Значительно улучшили ситуацию осадки, прошедшие во второй декаде мая в количестве 21,6 мм. В степных регионах Республики осадки отсутствовали на протяжении более 100 дней, вследствие чего был введен режим чрезвычайной ситуации (ЧС).

Таким образом, метеорологические условия в годы проведения исследований были типичными для Нижнего предгорного района Крыма, но с определенными колебаниями температуры и значительной амплитудой по влагообеспеченности. 2016 и 2017 годы отличались достаточно высокой влагообеспеченностью, а 2018 был засушливым.

2.2 Почвы опытного участка

В зоне опытного участка распространены черноземы обыкновенные мицелярно-карбонатные предгорные на желто-бурых глинах. Для данных черноземов характерны следующие морфолого-генетические признаки [164]:

1. Темно-серая с буроватым оттенком окраска горизонта А, серовато-бурая – В и палево-бурая или желто-бурая – С.
2. Мощность гумусовых горизонтов А+В достигает 80–90 см.
3. Белоглазка слабовыраженная.
4. Рыхлость сложения верхних перегнойных горизонтов и уплотненность переходного и особенно карбонатно-иллювиального горизонта.

Преобладающими фракциями механического состава в данных почвах являются пылеватая (29–42%) и иловатая (26–54%). На долю песчаной фракции приходится около 5%.

Содержание в пахотном слое нитратного азота определяли колориметрически с дисульфифеноловой кислотой по методу Грандваль – Ляжу, ГОСТ 26488–91; аммиачного азота определяли колориметрированием с реактивом Несслера, ГОСТ 26489–91; подвижные формы фосфора и обменного калия определяли по Мачигину в модификации ЦИНАО, 26205–91. Содержание гумуса в пахотном слое (по Тюрину) – 2,11%, азота – 29,5 мг/дм³, фосфора – 1,45 мг/дм³, калия – 22,5 мг/дм³.

Емкость поглощения в верхних горизонтах равна 32–39 мг-экв [164–165]. Коллоидный комплекс насыщен кальцием, который составляет 80–98% от суммы обменных оснований. Поглощенного натрия содержится не более 2–4% от емкости обмена.

Профиль мицелярно-карбонатных черноземов выщелочен от воднорастворимых солей на глубину 150–200 см и более.

Объемная масса пахотного слоя 1,0–1,17 г/см³, слоя 0–100 см – 1,15 г/см³, постепенно увеличивается с глубиной до 1,42–1,48 г/см³. Эти почвы характеризуются сравнительно высокой наименьшей влагоемкостью (в слое 0–30 см от 30 до 36%) и высокой водоудерживающей способностью гумусового горизонта (до 15%). Водопроницаемость хорошая. Во влажные годы почвенный профиль увлажняется до 150–170 см, а в сухие до 40 см [166].

В целом почвенный покров опытного участка типичен для Нижнего предгорного района Крыма и обладает благоприятными водно-физическими и химическими свойствами.

2.3. Программа проведения исследований

Место проведения исследований – опытное поле Академии биоресурсов и природопользования «Крымский федеральный университет

им. В.И. Вернадского», расположенное в Нижнем предгорном районе Крыма (г. Симферополь). Эксперименты были поставлены в 2016-2018 гг.

Растительным материалом послужили сорта озимой твердой пшеницы, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений по Северо-Кавказскому (6) региону.

Программа работы включала закладку и проведение двух однофакторных и двух трехфакторных опытов.

Схема первого опыта (экологическое сортоиспытание озимой твердой пшеницы) включала изучение продуктивности сортов: Алый парус, Крупинка, Амазонка, Аксинит, Дончанка, Юбилярка. Цель данного опыта – оценка сортов озимой твердой пшеницы по урожайности зерна и их адаптивности к комплексу факторов внешней среды в условиях Нижнего предгорного района Крыма. Сорта выращивали на природном фоне (без внесения удобрений) и на оптимальном фоне с внесением P_{60} и N_{60} под предпосевную культивацию. Оптимальный фон ($P_{60}N_{60}$) был выбран согласно рекомендациям Николаева Е.В. с соавтором [69].

Схема второго опыта по изучению влияния азотных удобрений и внекорневых подкормок растений озимой пшеницы комплексными органоминеральными препаратами включала следующие варианты: доза азотного удобрения (фактор А) – N_0 (контроль), N_{20+20} , N_{40+40} , N_{60+60} ; внекорневая обработка (опрыскивание) комплексными органоминеральными удобрениями (фактор В) – вода (контроль), «Нутривант+», «Атланте, «Микрокарт», «Аминокат»; метеоусловия лет исследований (фактор С) (таблица 3).

Азотное удобрение (аммиачная селитра) вносилось с осени под предпосевную культивацию и ранней весной по мерзлоталой почве в равных дозах по действующему веществу: N_{0+0} (контроль), N_{20+20} , N_{40+40} , N_{60+60} . Такая схема опыта была выбрана исходя из содержания нитратного азота в почве, предшественника, гидротермических условий зоны выращивания. Имеются рекомендации, которые указывают, что для формирования урожая озимой

твердой пшеницы на уровне 3,5–4,0 т/га при содержании в плодородном слое почвы нитратного азота 12–16 мг/100 г дозы азотных удобрений, в зависимости от условий влагообеспеченности, должны составлять от 30 до 70 кг/га (по действующему веществу) [167].

Таблица 3. – Схема опыта изучения взаимного влияния азотных удобрений и опрыскивания органо-минеральными препаратами на качество зерна твердой пшеницы

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка растений органо-минеральными препаратами (фактор В)	Год (фактор С)
A ₀ – 0+0	B ₀ – без обработки (контроль)	C ₁ – 2016
A ₁ – 20+20	B ₁ – нутривант+	C ₂ – 2017
A ₂ – 40+40	B ₂ – атланте	C ₃ – 2018
A ₃ – 60+60	B ₃ – микрокат	
	B ₄ – аминокат	

Внекорневые обработки растений проводили двукратно путем опрыскивания: первый раз – в фазе выхода в трубку, второй – в фазе начала колошения комплексными органо-минеральными удобрениями: «Нутривант+», «Атланте», «Микрокат» и «Аминокат» с помощью ранцевого опрыскивателя, рекомендуемыми дозами препаратов («Нутривант+» – 3 кг/га, «Атланте», «Аминокат» и «Микрокат» – 1 л/га [168]. Расход рабочего раствора устанавливали из расчета 300 л/га.

Нутривант Плюс зерновой – водорастворимое удобрение с прилипателем, которое используется для внекорневой листовой подкормки сельскохозяйственных культур. В состав препарата входят: азот общий (N – NO₃) 6%; фосфор водорастворимый (P₂O₅) – 23%; калий (K₂O) – 35%; магний (MgO) – 1%, сера (S) – 1,5%; бор (B) – 0,1%; марганец (Mn) – 0,2%; цинк (Zn) – 0,2 %; медь (Cu) – 0,2%; железо (Fe) – 0,05%; молибден (Mo) – 0,002%.

Атланте – фосфорно-калийное удобрение, в состав которого входит: (фосфор (P_2O_5) – 18%; калий (K_2O) – 16%), салициловая кислота и бетаины, обладающее иммунопротекторными свойствами и излечивающим эффектом по отношению к грибной, бактериальной и вирусной инфекции. Атланте препятствуют развитию и распространению грибных заболеваний класса *Oomycetes* (мучнистая роса, ложная мучнистая роса и др.) и повышают резистентность к другим заболеваниям.

Микрокат зерновой применяется как дополнение к основному минеральному питанию культур, независимо от уровня обеспечения грунта биогенными элементами. Это жидкое удобрение, в состав которого входят макро-, мезо- и микроэлементы, свободные аминокислоты, полисахариды, органические кислоты. Химический состав препарата: свободные аминокислоты – 4%; азот общий (N) – 4%; фосфор (P_2O_5) – 6%; калий (K_2O) – 2%; железо (Fe), – 0,4%; марганец (Mn) – 0,2%; цинк (Zn) – 0,2%; полисахариды – 12%.

Аминокат – органоминеральное удобрение произведённое на основе экстракта морских водорослей с добавлением аминокислот. Он способствует быстрому восстановлению растений после воздействия стрессовых факторов, таких как жара, засуха, механические повреждения, интоксикация растений, переувлажненность, остановка роста, засыхание нижних листьев. Состав препарата: азот (N) – 3%, фосфор (P_2O_5) – 1%, калий (K_2O) – 1%, свободные аминокислоты – 30%, глутаминовая кислота – 7,2%, лизин – 4,2%, глицин – 3,6%. Уникальный комплекс L-alpha-свободных аминокислот быстро включается в обмен веществ и помогает растениям преодолеть стрессовые ситуации.

Для оценки погодных условий за время проведения опытов использовали материалы многолетних наблюдений метеостанции Симферополь.

Схема третьего полевого опыта, цель которого было оценить влияние азотных удобрений и опрыскивание органо-минеральными препаратами на урожайность и качество озимой твердой пшеницы, представлена в таблице 3.

Азотное удобрение (аммиачная селитра), так же, как и в первом опыте, вносилась дробно одинаковыми дозами под предпосевную культивацию и рано весной по тало-мерзлой почве: N_{0+0} (контроль), N_{20+20} , N_{40+40} , N_{60+60} .

Таблица 4. – Схема опыта изучения взаимного влияния азотных удобрений и опрыскивания органо-минеральными препаратами на основе гуминовых кислот на качество зерна твердой пшеницы

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка растений органо-минеральными препаратами (фактор В)	Год (фактор С)
$A_0 - 0+0$	B_0 – без обработки	$C_1 - 2016$
$A_1 - 20+20$	B_1 – флора-С в фазу кущения	$C_2 - 2017$
$A_2 - 40+40$	B_2 – фито-Флора-С в фазу колошения	$C_3 - 2018$
$A_3 - 60+60$	B_3 – флора-С в фазу кущения + фито-флора-С в фазу колошения	
	B_4 – флора-С в фазу молочной спелости	
	B_5 – флора-С в фазу кущения + фито-флора-С в фазу колошения + флора-С в фазу молочной спелости зерна	

В качестве исследуемых препаратов применяли Флора-С, Фито-Флора-С, путем опрыскивания растений в рекомендуемые изготовителем сроки и используя оптимальные дозы [169].

Органо-минеральные препараты – Флора-С и Фито-Флора-С, согласно данным производителя, способствуют улучшению питания растений. Гуминовые кислоты, входящие в их состав, образуют комплексные соединения с азотом, фосфором, калием и микроэлементами, которые легко усваиваются растениями, а так же играют важную роль в транспортировке элементов питания растений, так как являются природными

комплексобразующими соединениями. Кроме того обработка растений препаратом Флора-С после применения химических средств защиты растений, снижает угнетающее действие химических средств на растения, что также положительно сказывается на развитии самого растения, повышении качества и количества урожая. Производитель называет препараты «природными регуляторами роста растений». Следует добавить, что они содержат микобактерию *Bacillus subtilis*, что защищает растение от грибных болезней и способствует уничтожению патогенной микрофлоры. Препараты защищены патентом на территории РФ № 2543811 (приложение 5).

Для анализа агрометеорологических условий исследуемых лет также использовали материалы многолетних наблюдений метеостанции Симферополь.

Варианты опытов были подобраны на основе анализа литературных источников. Эксперименты закладывались в суходольных условиях в 4х – кратной повторности с рендомизированным расположением делянок. Площадь делянок составляла 54–72 м², уборочная – соответственно 36–46 м².

Полевые опыты сопровождалось различными сопутствующими исследованиями – фенологическими наблюдениями, определением количества влаги в почве, подсчетом густоты стояния растений, разбором снопового материала и другое.

2.4 Методика проведения исследований

Технология возделывания озимой твердой пшеницы – общепринятая в зоне [15], за исключением агроприемов, входивших в изучение. Предшественник в опытах – занятый пар (вико-пшеничная смесь).

Закладка и проведение полевых опытов осуществлялись согласно методике Доспехова [170]. Общая площадь делянки составляла 72,5 м², уборочная 50,16 м² (это точный расчет исходя из размеров делянки и захвата жатки комбайна).

Сев озимой пшеницы проводили с 15 по 20 октября зерновой сеялкой СЗ-3,6 на глубину 4–6 см, что соответствовало оптимальным срокам сева культуры для зоны проведения опытов [69]. Норма высева составляла 5 млн. всхожих семян (в физическом весе 210-240 кг/га).

Определение элементов питания в почве проводили согласно методикам: в пахотном слое содержание нитратного азота колориметрически с дисульфифеноловой кислотой по методу Грандваль – Ляжу, ГОСТ 26488–91; аммиачного азота – колориметрированием с реактивом Несслера, ГОСТ 26489–91; подвижные формы фосфора и обменного калия определяли по Мачигину в модификации ЦИНАО, 26205–91 [171].

Калийные удобрения не вносились в связи с высокой обеспеченностью почв опытных участков обменным калием. Фосфорные удобрения вносили осенью, под основную обработку, в виде аммофоса, из расчета 60 кг д.в./ га. Азотные удобрения вносились согласно схеме исследований сеялкой с дисковыми сошниками СФС – 2,0. Форма удобрения аммиачная селитра (34,6 % д.в.).

Некорневая подкормка препаратами на вариантах экспериментов проводилась согласно схеме опытов. Опрыскивания проводились с помощью ранцевого опрыскивателя. Расход рабочего раствора устанавливался из расчета 300 л/га.

Состояние посева, структуру урожая и другие показатели оценивали по наиболее распространенным, общепринятым методикам Госкомиссии по государственному сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [172] и Н.А. Майсурына [173].

Уровень обеспеченности озимой твердой пшеницы питательными элементами был определен помощью лабораторной функциональной тканевой диагностики растений фотоколориметрическим методом [174-176], основанный на фиксировании изменения фотохимической активности (оптической плотности) суспензии хлоропластов, полученной из пробы

листьев. Для осуществления функциональной диагностики использовали портативную лабораторию «Аквадонис».

Урожай учитывали поделочно. Уборку проводили прямым комбайнированием, комбайном Sampo-Rosenlew 500. Первичные данные по урожайности зерна приводились к базисной влажности и 100% чистоте [170].

В первом опыте параметры адаптивности различных сортов озимой твердой пшеницы рассчитывали компьютерной программой на основе методик Eberhart, Russell в интерпретации Зыкина В.А. [199]; Lewis D. – для определения фактора стабильности (S.F.) [200]; методики Хангильдина В.В. для подсчета гомеостатичности (Hom), а также селекционной ценности сортов (Sc) [201].

Стекловидность зерна определяли согласно – ГОСТ 10987–76 [176], белковость – ГОСТ 10846-91 [177], классность зерна озимой твердой пшеницы – согласно ГОСТ 9353-2016 [16], содержание клейковины – ГОСТ Р 54478-2011 [178], массу 1000 зерен – ГОСТ 10842-89 [179], натуру зерна – ГОСТ 10840-64 [180].

Оценку экономической эффективности проведено по общепринятым методикам с использованием стандартного пакета программного обеспечения для ПК.

Математико-статистический анализ экспериментальных данных был выполнен с помощью компьютерной программы Excel–2007 и стандартного статистического пакета Statistica 10.

3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

Еще Вавилов Н.И. в научном труде «Научные основы селекции пшеницы» писал, что самая большая трудность селекции пшеницы состоит в том, что в одном сорте необходимо сочетать большое число ценных признаков и свойств, которые должны удовлетворять и земледельца, и мукомола, и пекаря [196]. Однако, какие бы не предъявляли требования к сорту, урожайность, в конечном счете, остается решающим показателем ценности сорта [183].

Адаптивность сорта характеризуется экологической пластичностью, стабильностью и приспособленностью не только к оптимальным условиям среды, но и к проявлению как минимальных, так и максимальных внешних факторов [197].

Экологическая устойчивость сортов сельскохозяйственных культур, их толерантность к лимитирующим факторам среды (температура, количество влаги), связана с широкой изменчивостью некоторых морфологических и физиологических признаков сортов. Поэтому внедрение экологически пластичных сортов позволит обеспечить достаточно высокую их урожайность в благоприятных условиях возделывания и ее стабильность в стрессовых условиях в различных местностях и в разные годы [198].

Наиболее благоприятно сложились погодные условия в 2016 году, когда индекс условий среды (I_j) составил 2,54, а урожайность зерна сортов пшеницы, выращенных на природном фоне, варьировала от 16,30 до 19,00 ц/га (таблица 4). Условия 2017 года были более жесткие – $I_j=1,61$, а урожайность сортов находилась в диапазоне от 13,60 до 18,20 ц/га. 2018 год был самым неблагоприятным и индекс условий среды имел даже отрицательное значение: $I_j=-4,14$, а урожайность сортов была минимальной – от 9,80 до 11,70 ц/га.

Наши исследования позволили выявить интенсивные сорта озимой твердой пшеницы в условиях Нижнего предгорного агроклиматического

района – показатель экологической пластичности (b_i) которых был больше единицы – это Дончанка ($b_i=1,24$), Алый парус и Аксинит ($b_i=1,16$). Такие сорта наиболее урожайны в годы с благоприятными погодными условиями. В то же время, выделившиеся сорта Амазонка ($b_i=1,10$) и Юбиларка ($b_i=0,81$) имеют коэффициенты пластичности близкие к единице. Поэтому именно эти сорта следует считать экологически наиболее пластичными. Сорт Крупинка ($b_i=0,53$) имеет низкую экологическую пластичность – этот показатель намного ниже единицы и этот сорт слабо отзывчив на изменения внешней среды.

Стабильность урожаев зависит от способности сорта реагировать на условия [197]. При расчете показателя стабильности (σ_{dr}^2) в опыте выделились следующие сорта – Амазонка и Аксинит ($\sigma_{dr}^2=0,05$) и Алый парус ($\sigma_{dr}^2=0,07$).

Как показали наши эксперименты, из всей линейки сортов наиболее урожайными в среднем за 3 года исследований были Амазонка (16,2 ц/га), Алый парус (16,0 ц/га), Аксинит (15,9 ц/га), которые ежегодно выделялись достоверно большей урожайностью, чем другие. Таким образом, данные сорта являются не только пластичными, но и наиболее продуктивными, способными формировать урожай в различных условиях выращивания.

Наименьшая вариабельность урожая была отмечена у сорта Крупинка – 14,96%, а наибольшая – у сорта Дончанка – 30,05%.

Критерий гомеостатичности сортов – это их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности [200-201]. Таким образом, связь гомеостатичности (Hom) с коэффициентом вариации (V) характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды. Отмечено, что у всех сортов показатель гомеостатичности довольно низкий, а коэффициент вариации (V) и гомеостатичность находились у сортов практически на одном уровне.

Наиболее высокий показатель селекционной ценности сорта (Sc) имели сорта Амазонка, Крупинка и Аксинит, этот показатель составил 10,46; 10,47 и 10,03.

В наших исследованиях отмечена высокая эффективность совместного внесения фосфорных и азотных удобрений – в среднем за 3 года наиболее урожайными были сорта Алый парус, Амазонка и Аксинит – 43,13; 42,93 и 42,50 ц/га соответственно (таблица 5). При этом показатель экологической пластичности (b_i) также наибольшим был у данных сортов и составил 1,19; 1,07; 1,13.

Установлено, что по показателю стабильности (σ_{dr}^2) при внесении минеральных удобрений выделился сорт Амазонка – он составил 1,74. Кроме того, на этом сорте отмечено наименьшее значение коэффициента вариации (22%) и высокая гомеостатичность (11,45), поэтому именно этот сорт следует считать наиболее пластичным и стабильным.

Высокими показателями селекционной ценности (Sc) характеризовались сорта озимой твердой пшеницы Дончанка, Юбилярка, Амазонка, Крупинка, выращиваемые на фоне $N_{60}P_{60}$.

Таким образом, три сорта – Амазонка, Алый парус и Аксинит, выращиваемые на природном фоне, сочетают в себе экологическую пластичность ($b_i=1,10$, $b_i=1,16$ и $b_i=1,16$) и стабильность ($\sigma_{dr2}=0,07$, $\sigma_{dr2}=0,05$, $\sigma_{dr2}=0,05$ соответственно) и формируют в условиях Нижнего предгорного района в среднем 15,9–16,2 ц/га. Эти же сорта при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ имеют показатель экологической пластичности (b_i) 1,07; 1,19; 1,13 соответственно, при этом прибавка урожая составляет 27,13; 26,73; 26,6 ц/га по сравнению с неудобренным фоном.

Поскольку потенциал пшеничного растения, определяющий, в конечном счете, урожайность агрофитоценоза, реализуется лишь при возможно большем соответствии условий произрастания требованиям генотипа, рекомендуется разработка сортовых технологий сортов Амазонка, Алый парус и Аксинит в условиях Нижнего предгорного района.

Таблица 5 – Оценка сортов озимой твердой пшеницы, выращенных в условиях Нижнего предгорного района Крыма на природном фоне

Сорт	Урожайность, ц/га			Средняя урожайность за 3 года, ц/га	Экологическая пластичность b_i	Стабильность σ_{dr}^2	Гомеостатичность (Ном) по Хангильдину	Селекционная ценность (Sc) по Хангильдину
	2016	2017	2018					
Алый парус	19,0	17,9	11,2	16,0	1,16	0,07	3,82	9,92
Крупинка	14,4	13,9	10,9	13,1	0,53	0,18	6,68	10,47
Амазонка	19,0	18,0	11,7	16,2	1,10	0,05	4,10	10,46
Аксинит	18,9	17,8	11,1	15,9	1,16	0,05	3,77	10,03
Дончанка	18,2	17,0	9,9	15,0	1,24	0,29	3,33	8,45
Юбилярка	16,0	15,3	10,7	14,0	0,81	0,15	4,78	9,99
НСР ₀₅	1,40	1,58	1,13					
Индекс Ij	2,54	1,61	-4,14					

Таблица 6 – Оценка сортов озимой твердой пшеницы, выращенных в условиях Предгорно-степной зоны Крыма на фоне $N_{60}P_{60}$, ц/га

Сорт	Урожайность, ц/га			Средняя урожайность за 3 года, ц/га	Экологическая пластичность b_i	Стабильность σ_{dr}^2	Гомеостатичность (Ном) по Хангильдину	Селекционная ценность (Sc) по Хангильдину
	2016	2017	2018					
Алый парус	47,10	45,20	37,10	43,13	1,19	6,47	8,12	35,40
Крупинка	42,90	37,00	34,90	38,27	0,95	2,38	9,23	36,09
Амазонка	46,90	44,00	37,90	42,93	1,07	1,74	11,45	36,98
Аксинит	46,40	44,21	36,90	42,50	1,13	4,42	8,54	35,48
Дончанка	42,00	36,12	35,90	38,01	0,72	5,31	10,98	37,78
Юбилярка	43,60	37,00	35,61	38,74	0,95	4,48	9,07	37,28
НСР ₀₅	3,00	2,26	2,07					
Индекс Ij	4,22	-0,01	-4,21					

4. ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПУТЕМ ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЯ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК КОМПЛЕКСНЫМИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Многочисленные исследования и опыт хозяйств различных зон Крыма свидетельствуют, что на всех почвах определяющим фактором урожайности и качества зерна твердой пшеницы является азот, который потребляется растением в течении всей вегетации [27]. Широкое варьирование величины урожайности, показателей качества зерна, обуславливаемых белковым комплексом, является следствием неодинаковой обеспеченности растений пшеницы этим элементом в течение вегетации. Использование органоминеральных препаратов, в целях управления продукционным процессом озимой пшеницы, также становится популярным в сельском хозяйстве [134]. Для изучения этой проблемы необходимо знания действия различных средств воздействия, в частности, азотных удобрений и внекорневых подкормок органоминеральными препаратами, на рост, развитие и продуктивность растений, а также на качество получаемого урожая.

4.1 Развитие озимой твердой пшеницы в зависимости от метеорологических условий и изучаемых факторов

Оценка сроков прохождения фенологических фаз дает возможность проводить биологический контроль роста и развития растений [127]. Для разработки эффективных приемов минерального питания растений необходимо руководствоваться этапами онтогенеза (образования органов), в котором внешние морфологические изменения обусловлены поэтапным прохождением генетических программ онтогенеза [73]. Известно, что динамика формирования урожая находится в тесной связи с закономерностью прохождения растениями этапов онтогенеза и фенологических фаз развития.

Наши исследования показали, что длительность фенофаз зависела от условий года и уровня азотного питания (таблица 6). Применение внекорневых подкормок не влияла на их продолжительность.

Таблица 7 –Длительность периодов вегетации озимой твердой пшеницы, суток

Фаза развития	Уровень азотного питания	Длительность межфазных периодов		
		2015/2016	2016/2017	2017/2018
появление всходов	N ₀	13	15	17
	N _{20 +20}	13	15	17
	N ₄₀₊₄₀	13	15	17
	N ₆₀₊₆₀	13	15	17
кущение – прекращение вегетации	N ₀	40	38	53
	N _{20 +20}	41	39	55
	N ₄₀₊₄₀	42	41	57
	N ₆₀₊₆₀	45	43	59
возобновление вегетации –выход в трубку	N ₀	25	37	40
	N _{20 +20}	27	38	42
	N ₄₀₊₄₀	30	39	42
	N ₆₀₊₆₀	30	40	46
колошение	N ₀	6	6	5
	N _{20 +20}	6	6	5
	N ₄₀₊₄₀	8	8	6
	N ₆₀₊₆₀	8	8	6
цветение	N ₀	8	9	12
	N _{20 +20}	10	11	14
	N ₄₀₊₄₀	12	13	14
	N ₆₀₊₆₀	12	15	14
молочная спелость зерна	N ₀	14	12	10
	N _{20 +20}	15	15	11
	N ₄₀₊₄₀	15	15	12
	N ₆₀₊₆₀	16	17	12
восковая спелость зерна	N ₀	14	12	10
	N _{20 +20}	15	14	12
	N ₄₀₊₄₀	17	17	13
	N ₆₀₊₆₀	17	18	13

Наиболее ранние всходы удалось получить в 2015/2016 вегетационном году – через 13 дней, чему содействовало достаточное количество доступной

влаги в почве. Наиболее поздние всходы отмечены в 2017/2018 г. (на 4 дня позже, чем в 2015/2016).

Согласно исследованиям Николаева Е.В. с соавтором, общая продолжительность фазы всходов озимой пшеницы в Крыму составляет 15–25 дней. Таким образом, за годы проведения исследований появление всходов было своевременным, хотя и варьировало по годам.

Продолжительность фазы кущения довольно длительная – начиналась она на 15-25 день после появления всходов и продолжалась до фазы выхода в трубку. Это составляло 38–59 дней осенью и 25–46 дней весной. Важным фактором, влияющим на длительность этих фенофаз является влажность почвы в период поверхностном слое почвы (0-20 см) [183]. Недостаток влаги в почве удлиняет эти периоды. Так, влажность почвы в слое 0-20 см осенью (дата отбора почвенных проб – 12-14 ноября) составила в 2016 году – 20 мм, в 2017 – 18 мм, в 2018 – 14 мм.

Прекращением периода вегетации для озимой пшеницы считается снижение среднесуточной температуры ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Необходимо отметить, что дата прекращения вегетации за 2016 приходилась на 12 декабря, а за 2018 – на 12 января, что позже среднемноголетнего показателя на 12 и 43 дня соответственно. В 2017 году озимая пшеница прекратила вегетацию 19 ноября, что раньше среднемноголетнего срока на 10 дней.

Продолжительность фазы «колошение» составила от 5 до 7 дней, «цветения» – 10–17 дней, «молочная спелость зерна» – от 11 до 17 дней, «восковая спелость зерна» – от 10 до 18 дней. Таким образом, вегетационный период озимой твердой пшеницы составил за 2016 г. составил 256 суток, 2017 – 248, 2018 – 238 суток.

Наши исследования показали удлинение периодов вегетации на 1-6 дней от внесения азотного минерального удобрения.

В условиях Крыма опасными для озимых являются оттепели и возобновление вегетации зимой, после чего растения теряют закалку и повреждаются даже небольшими морозами.

Majlath I. с соавторами [188] и Taskin B.G. с соавторами [189] установили, что даже слабое повреждение озимых морозами не остается бесследным для урожая – уменьшается продуктивная кустистость, озернённость колоса, и, соответственно, урожай.

Основной же причиной изреживания озимых культур в Крыму является недостаток почвенной влаги в осенний период роста и развития озимых. Снизить вредоносность засухи в осенний период возможно только путем правильного подбора предшественников и качественным выполнением всех агротехнических мероприятий.

По данным ряда авторов, устойчивость озимой пшеницы к неблагоприятным условиям перезимовки зависит от условий выращивания ее в осенний период и, прежде всего, от сроков сева [190, 191].

В наших исследованиях внесение азота в дозе N_{20+20} и N_{40+40} способствовало более мощному развитию корневой системы, удобренные растения лучше проходили закалку и, в конечном счете, зимостойкость несколько повышалась (таблица 7). Однако на варианте N_{60+60} ежегодно отмечена тенденция снижения зимостойкости, что, вероятно, связано с тем, что высокие дозы азота поддерживают растительный организм в состоянии высокой физиологической активности и, тем самым, снижают его зимостойкость.

Таблица 8 – Зимостойкость растений озимой твердой пшеницы, % (среднее 2016-2018 гг.).

Год	Вариант			
	Контроль	N_{20+20}	N_{40+40}	N_{60+60}
2016	89,5	89,7	90,6	88,9
2017	92,5	93,3	93,8	91,4
2018	97,4	97,4	98,1	96,7

Наши выводы перекликаются с выводами Stefanova-Dobrev S. с соавтором, которые считают, что высокие дозы азота, внесенные осенью, создают неблагоприятные соотношения питательных элементов, приводящих к излишнему образованию надземной массы и способствуют гибели посевов [192].

Известно, что высота растений в посеве играет важную роль в архитектонике ценоза и в значительной мере характеризует общий потенциал продуктивности [96, с. 53].

Как показали наши исследования, улучшение азотного питания и применение органоминеральных препаратов увеличивает высоту растений по фазам развития (таблица 7).

Таблица 9 – Высота растений озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания опрыскивания органоминеральными препаратами, см (среднее за 2016–2018 гг.)

Фаза развития	Уровень азотного питания (А)	Некорневая подкормка (В)					Среднее А
		контроль	нутривант	атланте	микркат	аминокат	
Выход в трубку	A ₁	18,8	22,6	22,3	23,9	23,5	22,2
	A ₂	25,4	26,3	25,9	26,4	26,7	26,1
	A ₃	29,6	32,2	31,9	32,1	33,1	31,8
	A ₄	36,5	37,2	36,9	38,1	38,4	37,4
	Среднее В	27,6	29,6	29,3	30,1	30,4	29,4
	НСП ₀₅ А=1,81 НСП ₀₅ В= 1,31						
Молочная спелость	A ₁	54,7	57,1	56,8	58,2	58,3	57,0
	A ₂	60,8	63,4	63,1	64,7	64,2	63,2
	A ₃	68,7	70,6	70,4	72,6	72,6	71,0
	A ₄	76,9	79,2	79,2	82,1	79,5	79,4
	Среднее В	65,3	67,6	67,4	69,4	68,7	67,7
	НСП ₀₅ А=3,49 НСП ₀₅ В=1,90						

Так, внесение N₂₀₊₂₀ способствовало увеличению высоты растений в фазу выхода в трубку на 3,9 см, N₄₀₊₄₀ – 9,6 см, N₆₀₊₆₀ – 15,2 см по сравнению с контролем. Такая же тенденция прослеживалась и в фазу молочной спелости зерна: высота растений была по этим вариантам выше неудобренного варианта на 6,2 см; 14,0 и 22,4 см соответственно.

Некорневая подкормка пшеницы также отразилась на высоте растений. Использование органоминеральных препаратов способствовало увеличению высоты растений по всем вариантам опыта. В фазу выхода в трубку опрыскивание препаратами привело к увеличению высоты растений от 2,0 до 2,8 см; в фазу молочной спелости зерна – от 2,1 до 4,1 см.

Одним из значимых компонентов посева, определяющим его продуктивность является надземная масса растений. По показателям надземной массы растений можно определить влияние на посевы климатических условий года, уровня агротехники и др. Между урожайностью пшеницы и величиной надземной массы существует тесная положительная зависимость – чем выше показатели вегетативной массы растений, тем выше урожай зерна [184].

На динамику надземной биомассы оказывают влияние погодные условия во время вегетации растений. Более засушливые условия в 2018 году привели к тому, что в этот год по всем вариантам опыта сырая масса растений была самой низкой за годы исследований. Самые высокие показатели вегетативной массы формировались в 2016 и 2017 гг., когда в течение вегетации выпадали осадки.

В целом внесение минеральных удобрений повышало вегетативную массу растений в фазу выхода в трубку и молочной спелости зерна (таблица 9).

Таблица 10 – Динамика накопления сырой надземной массы, г/м² (среднее за 2016-2018 гг.)

Фаза развития	Уровень азотного питания (А)	Некорневая подкормка (В)					
		контроль (без обработки)	нутривант+	атланте	микрোকот	аминокот	Среднее А
Выход в трубку	A ₁	659,3	675,3	660,0	669,4	666,7	666,1
	A ₂	692,8	711,4	712,1	713,9	727,9	711,6
	A ₃	777,9	804,4	795,9	816,4	828,2	804,6
	A ₄	876,0	901,8	892,4	914,2	917,4	900,4
	Среднее В	751,5	773,2	765,1	778,4	785,1	770,7
	НСР ₀₅ А=45,0			НСР ₀₅ В=24,9			
Молочная спелость	A ₁	1482,8	1549,7	1503,4	1518,3	1513,6	1513,6
	A ₂	1592,2	1629,9	1629,2	1734,5	1737,4	1664,6
	A ₃	1859,1	1907,1	1896,4	1922,0	1919,8	1900,9
	A ₄	2072,7	2105,8	2001,2	2109,0	2129,3	2083,6
	Среднее В	1751,7	1798,1	1757,6	1821,0	1825,0	1790,7
	НСР ₀₅ А= 73,1			НСР ₀₅ В=55,8			

В среднем за 3 года исследований наиболее эффективным в этом отношении был вариант A_4 . Так внесение азота в дозе N_{60+60} способствовало увеличению сырой надземной массы в фазу выхода в трубку – на $234,3 \text{ г/м}^2$, в фазу молочной спелости зерна – на $570,0 \text{ г/м}^2$ по сравнению с контролем.

Внекорневая подкормка органоминеральными препаратами Микрокат и Аминокат также способствовала накоплению сырой надземной массы. В фазу выхода в трубку этот показатель был больше контроля на 26,9 и $33,6 \text{ г/м}^2$, в фазу молочной спелости зерна – на 69,3 и $73,3 \text{ г/м}^2$ соответственно.

Для определения обеспеченности озимой твердой пшеницы макро- и микроэлементами в фазу начало колошения нами была проведена листовая диагностика растений. По мнению многих исследователей, именно анализ листьев дает наиболее точную информацию об обеспеченности растений питательными веществами, и по такому листу-индикатору можно судить о состоянии всего растения [185-186]. Листовой анализ дает возможность обнаружить недостаток питательных веществ раньше, чем на листьях растений появляются симптомы «голодания» [187]. Листовая диагностика образцов растений с делянок без использования азотных удобрений (N_0) и внекорневых подкормок показала, что в среднем за годы исследований, растения испытывали недостаток некоторых элементов питания и, особенно, азота (рисунок 1).

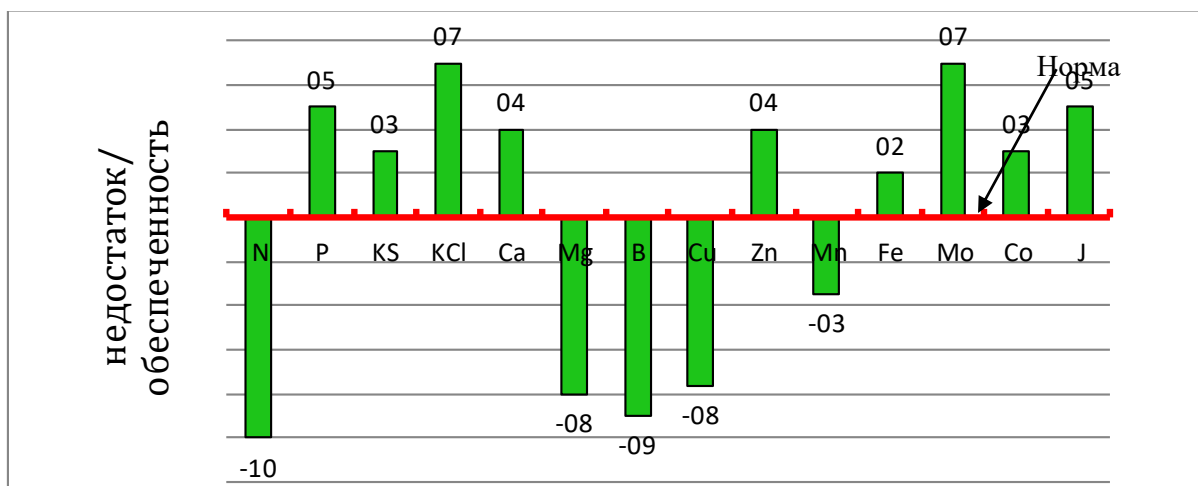


Рисунок 1 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_0 , среднее 2016–2018 гг.

Отрицательные отклонения от оптимального уровня имели следующие элементы: N – 10%, Mg – 8%, B – 9,0%, Cu – 7,6%, Mn – 3,4%. При увеличении уровня азотного питания N_{20+20} , N_{40+40} , N_{60+60} значительного увеличения содержания микроэлементов в тканях растений не наблюдалось, а содержание азота, на делянках с уровнем азотного питания N_{40+40} увеличилось на 10%, N_{60+60} – на 23% (рисунки 2–3).

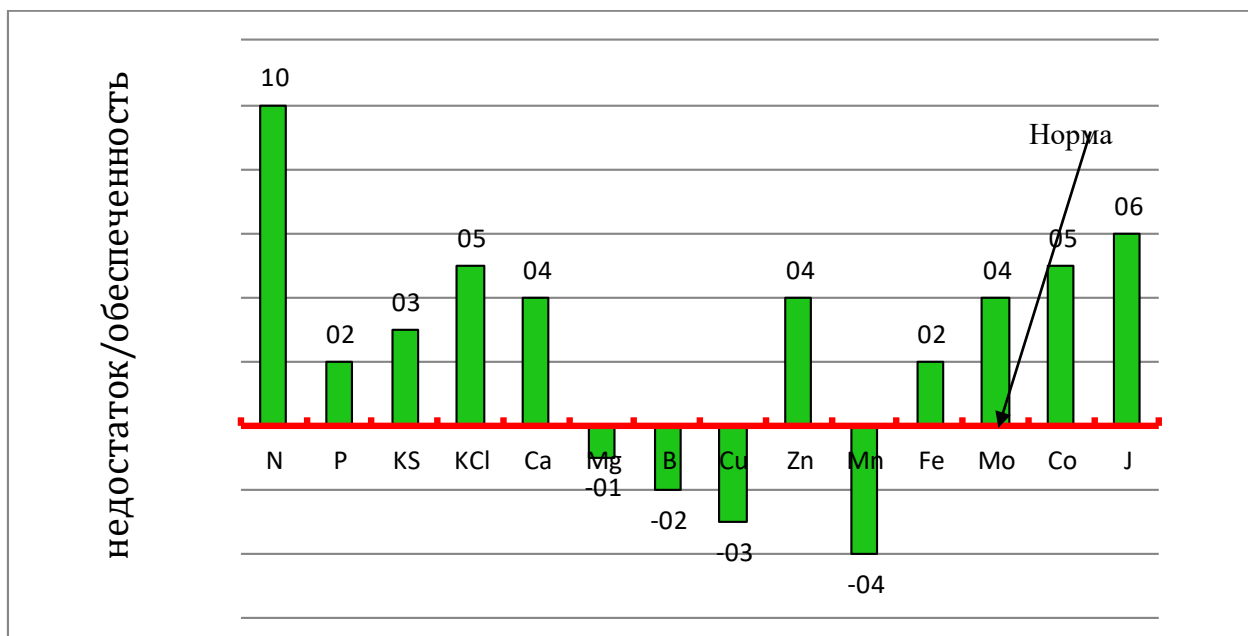


Рисунок 2 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_0 , среднее 2016–2018 гг.

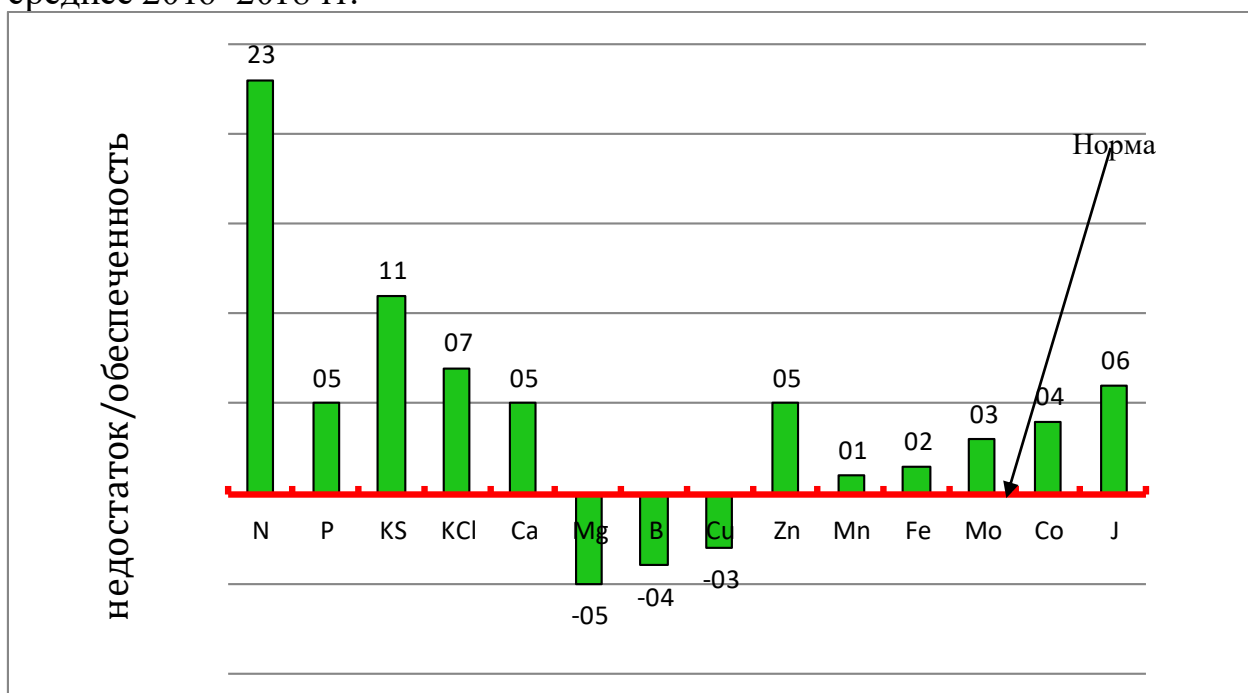


Рисунок 3 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_0 , среднее 2016–2018 гг.

Комплексные органоминеральные препараты также имели определенное влияние на показатели функциональной диагностики. На рисунках 4-5 четко видно изменение содержания макро- и микроэлементов в листьях озимой твердой пшеницы при использовании препаратов Микрокат и Аминокат.

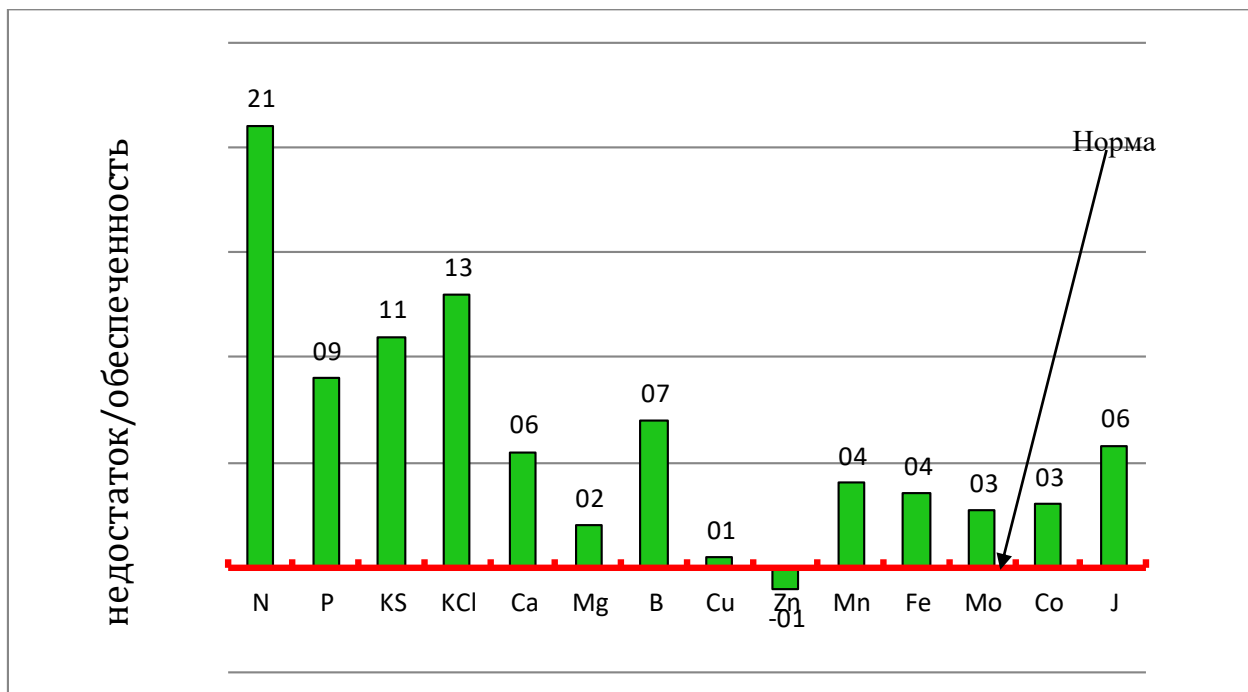


Рисунок 4 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_3 , среднее 2016–2018 гг.

По сравнению с вариантом A_3B_0 (уровень азотного питания N_{60+60} , без использования органоминеральных препаратов), опрыскивание Микрокатом при той же дозе азотных удобрений способствовало устранению недостатка Mg, B, Cu. Таким образом, элементный состав при действии этого препарата стал более оптимальным. Такая же картина была отмечена и при применении препарата Аминокат.

Результаты листовой диагностики по другим вариантам опыта представлены в приложении 6.

В настоящее время считается доказанным, что для нормального развития растительного организма недостаточно применение только азотно-фосфорно-калийных минеральных или органических удобрений [117]. Роль микроэлементов многогранна – это и повышение активности многих

ферментов и ферментных систем, улучшение растениями использования питательных веществ из почвы и удобрений, ускорение развития растений и другое.

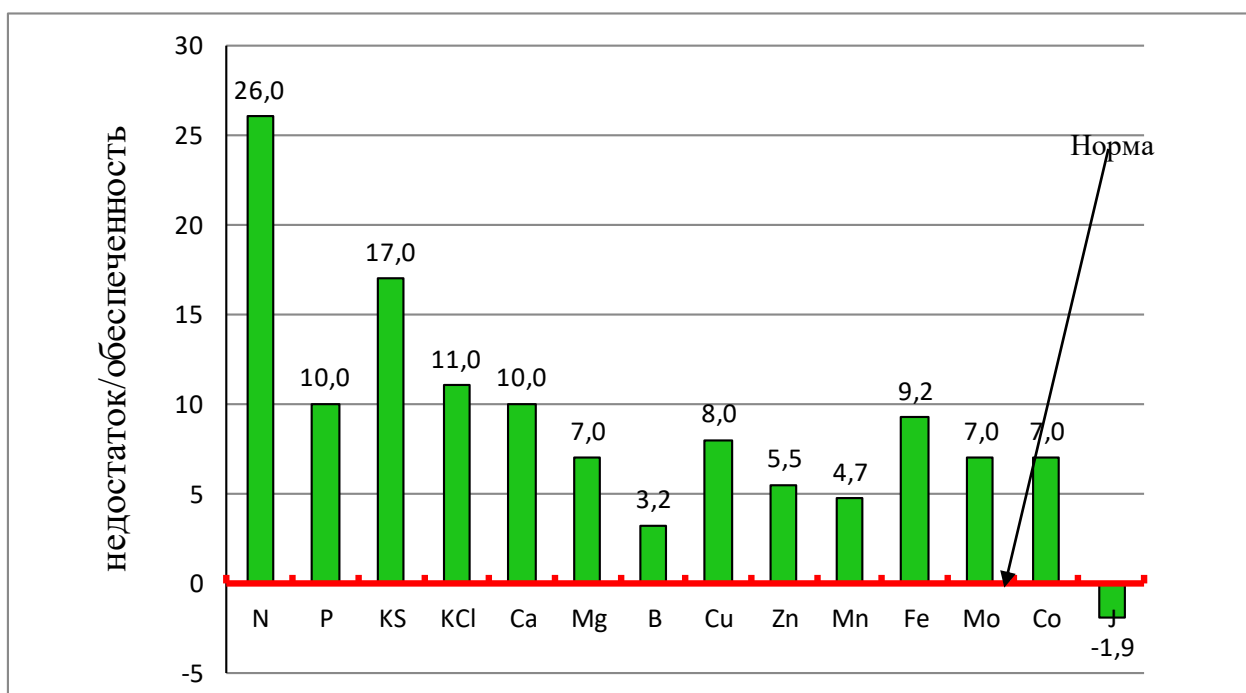


Рисунок 5 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_4 , среднее 2016–2018 гг.

Таким образом, совместное использование азотных удобрений и органоминеральных препаратов было эффективным и способствовало обеспечению полноценной обеспеченности растений элементами питания.

4.2 Урожайность и ее структура озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и обработки органоминеральными препаратами

Для формирования высоких и стабильных урожаев пшеницы важно создать оптимальную структуру агроценоза. По мнению Shaikhutdinov F. с соавторами, урожайность озимой пшеницы формируется за счет трех основных элементов структуры: густоты продуктивного стеблестоя, числа зерен в колосе и их массы [193].

Густота стояния растений перед уборкой является одним из главных показателей в структуре посева. Являясь сложным признаком,

объединяющим норму высева, полевую всхожесть, количество перезимовавших растений и их сохранность к уборке, она зависит от комплекса условий, которые складываются в процессе вегетации.

В тоже время стоит отметить, что, по мнению крымских ученых, полуостров является уникальным почвенно-климатическим регионом, отличающийся по своим природным условиям от других зон, поэтому никакие аналоги в вопросах формирования продуктивности озимопшеничного агрофитоценоза использованы быть не могут [69]. Результаты их исследований позволили сделать вывод о том, что в специфических природных условиях Крыма базовым элементом структуры урожайности, определяющим, в конечном счете, ее величину, является густота стояния растений. Именно она оказывает основное влияние на все остальные элементы структуры урожая. Продуктивность посева озимой пшеницы зависит, в первую очередь, от числа растений на единице площади. Их недостаток не может быть компенсирован ни усилением кущения растений, ни повышением продуктивности колоса.

Наши исследования показали, что густота продуктивного стеблестоя различалась по годам, достигая наибольших значений в 2016 году – 295,4–385,2 шт./м² и наименьшего в 2018 году – 167,9–269,5 шт./м², что объясняется различными погодными условиями во время проведения опытов (таблица 10).

Отмеченный интервал густоты стояния растений в 2016 и 2017 гг. входит в градацию группы густот, характеризующейся как оптимальной для Крыма в суходольных условиях, с возможностью получения максимально возможной урожайности на уровне 97 ± 3 % [69, с. 154]. В то же время, густота стояния растений полученная в 2018 г. характеризуется от среднеизреженной – 167,9–207,4 шт./м² до субоптимальной – до 269,5 шт./м².

Согласно исследованиям Николаева Е.В. с соавтором, в среднеизреженных посевах потери урожайности от возможной составляют 18%, что является существенной величиной и выражается 4–6 ц/га, а при

субоптимальной густоте – на 7% ниже в условиях конкретного вегетационного периода.

Таблица 11 – Густота стояния растений перед уборкой в зависимости от дозы азотного удобрения и внекорневой подкормки органоминеральными удобрениями, шт./м²

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
N ₀	контроль	295,4	287,2	167,9	256,3	288,4
	нутривант+	307,3	297,5	176,5		295,7
	атланге	301,5	292,4	171,4		293,0
	микрокарт	300,9	294,7	173,2		295,8
	аминокат	306,4	300,1	172,7		299,7
N _{20 +20}	контроль	320,5	315,7	207,4	284,2	
	нутривант+	326,9	317,2	215,4		
	атланге	324,1	312,5	210,5		
	микрокарт	320,7	311,7	217,9		
	аминокат	329,8	317,4	216,3		
N ₄₀₊₄₀	контроль	345,6	332,7	228,5	306,7	
	нутривант+	350,2	340,1	232,5		
	атланге	348,7	335,7	229,4		
	микрокарт	349,4	337,4	231,7		
	аминокат	357,6	343,2	237,6		
N ₆₀₊₆₀	контроль	362,9	352,1	245,7	330,9	
	нутривант+	363,4	352,2	269,5		
	атланге	372,9	361,2	255,7		
	микрокарт	384,1	367,9	260,4		
	аминокат	385,2	371,4	259,4		
Среднее по фактору С		337,6	327,1	218,9		

Таким образом, из трех лет исследований 2 года формировались посевы с оптимальной густотой. В наших исследованиях наблюдается прямая зависимость между густотой стеблестоя и дозой вносимого азотного удобрения – с увеличением нормы азота увеличивается и густота, достигая максимального значения при дозе N₆₀₊₆₀ (вариант А₃) – 330,9 шт./м².

Средние данные по фактору В (обработка органоминеральными препаратами) показывают незначительное увеличение густоты стояния при

использовании внекорневой подкормки. В среднем она увеличивалась всего на 3,7–7,5 стеблей/м².

Наивысший урожай в конкретных условиях выращивания возможен только при оптимальном кушении, обеспечивающим наиболее продуктивную густоту стояния растений. Интенсивность кушения определяется не только условиями внешней среды и биологическими особенностями сорта, но и наличием элементов питания и другими условиями [190]. В наших опытах это высказывание подтвердилось (таблица 11).

Таблица 12 – Коэффициент продуктивного кушения озимой твердой пшеницы при действии различных доз азота и применения органоминеральных препаратов

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
N ₀	контроль	1,30	1,30	0,80	1,20	1,40
	нутриванг+	1,40	1,50	1,00		1,60
	атланге	1,30	1,30	0,90		1,50
	микрокарт	1,40	1,40	0,90		1,50
	аминокат	1,40	1,50	1,10		1,70
N ₂₀₊₂₀	контроль	1,50	1,40	1,00	1,40	
	нутриванг+	1,70	1,60	1,20		
	атланге	1,60	1,40	1,10		
	микрокарт	1,60	1,50	1,10		
	аминокат	1,70	1,60	1,20		
N ₄₀₊₄₀	контроль	1,70	1,50	1,20	1,50	
	нутриванг+	1,90	1,70	1,40		
	атланге	1,70	1,50	1,30		
	микрокарт	1,80	1,70	1,30		
	аминокат	1,90	1,80	1,40		
N ₆₀₊₆₀	контроль	1,90	1,90	1,40	1,90	
	нутриванг+	2,20	2,00	1,70		
	атланге	2,00	1,90	1,50		
	микрокарт	1,90	1,90	1,60		
	аминокат	2,30	2,20	1,80		
Среднее по фактору С		1,70	1,60	1,20		

Так, наибольший коэффициент кушения был отмечен в благоприятные годы по влагообеспеченности – 2016 и 2017, в среднем по фактору эти значения составили 1,70 и 1,60, а наименьший – в 2018 году – всего 1,20. Кроме того, с увеличением дозы азота увеличивался и коэффициент

продуктивного кущения и наибольшего значения он достигал при N_{60+60} – 1,90, что на 0,7 (или 58,3%) больше, чем на неудобренном варианте.

В проведенных нами исследованиях отмечается и зависимость данного показателя от внекорневой подкормки органоминеральными препаратами. В среднем за 3 года, наиболее эффективным в этом отношении был вариант с применением Аминоката – увеличение коэффициента продуктивного кущения составило 0,3 (или 21,4%) по сравнению с контролем.

Повышение урожайности пшеницы зависит от длины колоса и его продуктивности. Кроме того, по мнению Захаровой Н.Н. с соавторами, масса зерна с одного колоса является наиболее важным компонентом урожая [194].

Длина колоса является сортовым признаком, но влияние оказали условия выращивания – доля влияния на этот показатель фактора год составила 29,4 % (таблица 12). Более засушливые условия 2018 года повлияли на длину колоса, которая составила 5,20 см, что на 2,8 и 1,3 см меньше, чем в 2016 и 2017 гг. соответственно.

Кроме того, значительное влияние оказали и азотные удобрения – доля влияния фактора А в опыте составила 41,6 %. С повышением дозы азота увеличивалась и длина колоса, причем каждое такое внесение было доказуемым. Улучшение минерального питания растений при внесении N_{60+60} привело к увеличению длины колоса на 4,91 см по сравнению с контролем, то есть в 2,1 раза.

Некорневая подкормка растений органоминеральными препаратами также способствовала увеличению длины колоса по всем вариантам, кроме применения Атланте. Наиболее эффективным в этом отношении был препарат Нутривант+, использование которого привело к увеличению этого показателя на 0,95 см, что было достоверно выше, чем по другим вариантам.

Таблица 13 – Длина колоса озимой твердой пшеницы в зависимости от изучаемых элементов технологии возделывания, см

Год (фактор С)	Доза N (фактор А)	Некорневая подкормка (В)							
		контроль	нутривант+	атланте	микркат	аминокат	Среднее	Среднее С	Среднее А
2016	N ₀	4,90	5,53	4,73	4,78	4,88	4,96	8,00	4,22
	N ₂₀₊₂₀	7,10	7,50	7,13	7,38	7,38	7,30		5,66
	N ₄₀₊₄₀	9,40	9,70	9,18	9,48	9,43	9,44		7,24
	N ₆₀₊₆₀	10,53	10,55	10,00	10,23	10,15	10,29		9,13
	Среднее	8,00	8,30	7,80	8,00	8,00	8,00		
2017	N ₀	4,10	4,40	4,00	4,25	4,85	4,32	6,50	
	N ₂₀₊₂₀	4,78	5,83	4,80	5,00	5,93	5,27		
	N ₄₀₊₄₀	6,25	7,50	6,40	6,98	7,10	7,85		
	N ₆₀₊₆₀	9,58	10,50	8,98	9,30	9,25	10,30		
	Среднее	6,20	6,90	5,90	6,20	6,70	6,37		
2018	N ₀	3,38	3,55	3,35	3,40	3,30	3,40	5,20	
	N ₂₀₊₂₀	4,08	4,50	4,23	4,75	4,53	4,42		
	N ₄₀₊₄₀	5,25	5,38	5,40	5,75	5,40	5,44		
	N ₆₀₊₆₀	7,48	7,80	7,55	7,73	7,38	7,59		
	Среднее	5,00	5,30	5,10	5,40	5,20	5,21		
Среднее (В)		6,40	7,35	6,31	6,49	6,63		-	-

Примечание: НСР₀₅ фактор А=0,94 см; НСР₀₅ фактор В=0,04 см; НСР₀₅ фактор С=0,8 см; НСР₀₅ взаимодействие АВ=0,12 см; НСР₀₅ взаимодействие АС=0,08 см; НСР₀₅ взаимодействие ВС=0,13 см; НСР₀₅ взаимодействие АВС= 0,23 см.

Доля влияния фактора В на длину колоса составила в опыте 21,2 %. На долю взаимодействия контролируемых факторов (AB) приходится всего 0,4%, дозы азотного удобрения и условий года (AC) – несколько выше – 3,3%, некорневой подкормки и условий года (BC) – 1,4 %, доля тройного взаимодействия факторов (ABC) составила 2,7%.

Продуктивность колоса зависит, в первую очередь, от числа зерен в нем. Здесь, как привило, наблюдается прямая корреляция – чем большее колос, тем больше зерен он имеет. В среднем за 3 года наибольшее количество зерен сформировалось в благоприятные по погодным условиям годы – в 2016 году – 31,7 шт., в 2017 – 27,6 шт., что больше чем в неблагоприятном 2018 году на 8,6 и 4,5 шт. Доля влияния условий года составила в опыте 21,0%.

Число зерен у растений, выращенных на делянках с внесением повышенных доз минеральных удобрений (варианты A₂, A₃) увеличилось за счет образования дополнительных побегов с озерненными колосьями. Доля влияния доз азотных удобрений составила наибольшее значение – 69,9%. Наиболее эффективным в этом отношении был вариант с применением N₄₀₊₄₀ – среднее количество зерен в колосе составило 29,75 шт., что больше неудобренного варианта на 10,44 шт.

Наконец, применение органоминеральных препаратов также способствовало увеличению числа зерен по всем вариантам опыта, однако наибольшее их количество было отмечено при опрыскивании Нутривант+ – 30,03 шт., что выше контроля на 4,39 шт. Доля влияния фактора В составила 3,5% (таблица 13).

В наших опытах двойное и тройное взаимодействие факторов не оказали существенное влияние на количество зерен в колосе. Так, доля влияния факторов AC была 2,9%, ABC – 2,2%, а остальные взаимодействия не превысили порог в 0,3%.

Таблица 14 – Количество зерен в колосе озимой твердой пшеницы в зависимости от изучаемых элементов технологии возделывания, шт.

Год (фактор С)	Доза N (фактор А)	Некорневая подкормка (В)							
		контроль	нутривант+	атланте	микрокат	аминокат	Среднее	Среднее С	Среднее А
2016	N ₀	20,75	22,75	21,00	21,75	21,50	21,55	31,7	19,31
	N _{20 +20}	26,75	29,50	27,50	29,25	29,25	28,45		25,87
	N ₄₀₊₄₀	36,50	35,50	35,00	37,50	35,50	7,85		29,75
	N ₆₀₊₆₀	40,75	41,50	40,50	41,50	40,50	10,30		27,19
	Среднее	31,2	32,3	31,0	32,5	31,7	31,74		
2017	N ₀	17,25	17,50	17,50	18,50	20,00	18,15		27,6
	N _{20 +20}	26,75	29,50	27,50	29,25	29,25	28,45		
	N ₄₀₊₄₀	27,25	28,25	29,25	29,50	29,50	28,75		
	N ₆₀₊₆₀	33,75	36,00	35,00	36,50	34,50	35,15		
	Среднее	25,9	27,7	26,7	28,1	27,9	27,25		23,1
2018	N ₀	16,20	19,00	18,75	17,70	19,50	18,23		
	N _{20 +20}	19,10	22,70	20,00	21,75	20,00	20,71		
	N ₄₀₊₄₀	22,50	25,75	24,25	25,00	25,00	24,50		
	N ₆₀₊₆₀	24,20	29,30	28,00	32,00	30,75	28,85		
	Среднее	19,8	23,7	22,3	23,8	23,4	22,60		
Среднее (В)		25,91	30,03	27,02	28,25	27,87		-	-

Примечание: НСР₀₅ фактор А=0,24 шт.; НСР₀₅ фактор В=0,47 шт.; НСР₀₅ фактор С=0,33 шт.; НСР₀₅ взаимодействие АВ=0,49 шт.; НСР₀₅ взаимодействие АС=0,83 шт.; НСР₀₅ взаимодействие ВС=0,92 шт.; НСР₀₅ взаимодействие АВС=0,61 шт.

Масса зерна колоса зависит не только от количества зерен, но и от их крупности. Поэтому большое значение приобретает показатель массы 1000 зерен.

Наши исследования показали, что масса 1000 зерен – показатель нестабильный (таблица 14). Наиболее крупные семена были сформированы в 2016 году – 42,91 г, самые мелкие – в 2018 году – 33,07 г. Доля влияния условий года составила в опыте 8,20%. Однако наиболее значимым было влияние доз азотных удобрений – доля влияния фактора А составила 82,7 %. Каждое внесение азота достоверно увеличивало этот показатель. Но наибольшая масса 1000 зерен была отмечена по варианту с внесением N_{60+60} – 45,51 г, что на 14,81 г больше контроля.

Доля влияния органоминеральных препаратов в опыте составила 2,5%. При этом опрыскивание каждым препаратом способствовало увеличению массы 1000 зерен, а наиболее эффективным в этом отношении был Микрокат – опрыскивание им посевов пшеницы в среднем увеличило массу 1000 зерен на 5,91 г.

Взаимодействие факторов доз удобрений и условий года (А и С) отмечено на уровне 5,0 %, доля влияния других факторов была незначительной (0,09–0,4%).

На показатель массы зерна с одного колоса также достоверно повлияли и погодные условия (доля действия фактора С составила в опыте 26,1%), и азотные удобрения (доля фактор А=66,28%) (таблица 15). В тоже время, доля фактора В (применение органоминеральных удобрений), была незначительной – всего 1,4%.

Таким образом, наибольшие значения массы зерна с колоса были получены в 2016 году – на 0,13 и 0,69 г больше, чем в 2017 и 2018 гг.; при внесении N_{60+60} – на 0,78 г больше, чем на неудобренном варианте; при опрыскивании препаратами Аминокат и Нутривант+ – на 0,09 и 0,12 г больше, чем на контроле.

Таблица 15 – Масса 1000 зерен озимой твердой пшеницы в зависимости от изучаемых элементов технологии возделывания, г

Год (фактор С)	Доза N (фактор А)	Некорневая подкормка (фактор В)							
		контроль	нутривант+	атланте	микрочат	аминокат	Среднее	Среднее С	Среднее А
2016	N ₀	32,60	33,20	32,60	33,70	33,50	33,12	42,91	30,60
	N _{20 +20}	35,27	40,70	39,90	43,60	42,30	40,35		36,27
	N ₄₀₊₄₀	39,43	45,90	42,50	50,20	49,80	45,57		40,54
	N ₆₀₊₆₀	43,40	52,80	51,20	58,30	57,40	52,62		45,41
	Среднее	37,68	43,15	41,55	46,45	45,75	42,92		
2017	N ₀	29,50	31,17	31,03	31,80	31,53	31,01	38,63	
	N _{20 +20}	35,20	37,10	34,70	38,70	37,10	36,56		
	N ₄₀₊₄₀	37,73	41,50	39,40	44,20	40,20	40,61		
	N ₆₀₊₆₀	45,77	46,97	45,70	47,67	45,70	46,36		
	Среднее	36,82	38,41	37,14	39,39	38,11	37,98		
2018	N ₀	24,70	27,90	26,90	29,80	29,10	27,68	33,07	
	N _{20 +20}	29,70	31,20	32,53	33,03	33,10	31,91		
	N ₄₀₊₄₀	32,90	36,30	35,70	36,00	36,37	35,45		
	N ₆₀₊₆₀	34,20	37,50	35,70	39,67	39,20	37,25		
	Среднее	30,38	33,23	32,71	34,63	34,44	33,08		
Среднее (В)		35,03	39,89	37,32	40,94	39,60		-	-

Примечание: НСР₀₅ фактор А= 0,12 г; НСР₀₅ фактор В= 0,19 г; НСР₀₅ фактор С= 0,14 г; НСР₀₅ взаимодействие АВ= 0,22 г; НСР₀₅ взаимодействие АС=0,35 г; НСР₀₅ взаимодействие ВС= 0,38 г; НСР₀₅ взаимодействие АВС= 1,67 г

Таблица 16 – Масса зерна с колоса озимой твердой пшеницы в зависимости от изучаемых элементов технологии возделывания, г

Год (фактор С)	Доза N (фактор А)	Некорневая подкормка (фактор В)						Среднее С	Среднее А	
		Контроль	Нутривант+	Атланте	Микрокат	Аминокат	Среднее			
2016	N ₀	0,93	1,02	0,95	0,97	0,97	0,97	1,72	0,82	
	N ₂₀₊₂₀	1,21	1,33	1,24	1,32	1,32	1,28		1,17	
	N ₄₀₊₄₀	1,65	1,61	1,57	1,68	1,61	1,62		1,40	
	N ₆₀₊₆₀	1,84	1,86	1,83	1,87	1,83	1,85		1,60	
	Среднее	1,41	1,46	1,40	1,46	1,43	1,43	1,59		
2017	N ₀	0,78	0,81	0,79	0,83	0,91	0,82			1,59
	N ₂₀₊₂₀	1,21	1,33	1,24	1,33	1,35	1,29			
	N ₄₀₊₄₀	1,43	1,57	1,43	1,47	1,55	1,49			
	N ₆₀₊₆₀	1,67	1,72	1,65	1,69	1,78	1,70			
	Среднее	1,27	1,36	1,28	1,33	1,40	1,33			
2018	N ₀	0,65	0,68	0,66	0,65	0,70	0,67	1,03		
	N ₂₀₊₂₀	0,85	1,02	0,91	0,97	1,01	0,95			
	N ₄₀₊₄₀	1,01	1,15	1,09	1,02	1,25	1,10			
	N ₆₀₊₆₀	1,08	1,31	1,28	1,33	1,44	1,29			
	Среднее	0,90	1,04	0,99	0,99	1,10	1,00			
Среднее (В)		1,19	1,28	1,22	1,26	1,31	1,252			

Примечание: НСР₀₅ фактор А= 0,03 г; НСР₀₅ фактор В=0,04 г; НСР₀₅ фактор С=0,03 г; НСР₀₅ взаимодействие АВ= 0,04 г; НСР₀₅ взаимодействие АС=0,06 г; НСР₀₅ взаимодействие ВС=0,07 г; НСР₀₅ взаимодействие АВС=0,067 г

В наших исследованиях минимальный сбор зерна 11,4 ц/га был отмечен в 2018 г. при посеве без удобрений и без применения внекорневой подкормки (таблица 16), а максимальный – 62,9 ц/га на варианте в благоприятном по влагообеспеченности 2016 г. на варианте с внесением N₆₀₊₆₀ и внекорневой обработкой препаратом Аминокат.

Таблица 17 – Влияние азотных удобрений и комплексных органоминеральных удобрений на урожайность озимой твердой пшеницы, ц/га

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
N ₀	контроль	18,7	17,9	11,4	18,48	28,37
	нутривант ⁺	22,8	21,3	15,6		35,85
	атланте	21,7	20,4	14,6		38,65
	микрокарт	21,5	20,1	12,7		38,60
	аминокат	22,9	21,6	14,0		39,85
N ₂₀₊₂₀	контроль	24,7	23,1	18,2	29,80	
	нутривант ⁺	32,6	30,8	23,0		
	атланте	36,2	34,5	29,2		
	микрокарт	34,3	32,7	23,3		
	аминокат	40,7	35,4	28,3		
N ₄₀₊₄₀	контроль	32,9	31,5	26,5	44,48	
	нутривант ⁺	48,3	45,8	39,4		
	атланте	52,4	50,6	40,7		
	микрокарт	54,6	52,9	44,3		
	аминокат	53,2	51,9	42,2		
N ₆₀₊₆₀	контроль	51,8	49,6	34,2	52,30	
	нутривант ⁺	53,6	52,3	44,7		
	атланте	58,1	55,9	49,5		
	микрокарт	62,1	59,7	45,0		
	аминокат	62,9	61,7	43,4		
	Среднее по фактору С	53,73	51,31	40,01		

Примечание: HCP_{05} фактор А=2,52 ц/га; HCP_{05} фактор В=1,61 ц/га; HCP_{05} фактор С=0,80 ц/га; HCP_{05} взаимодействие АВ=4,10 ц/га; HCP_{05} взаимодействие АС=1,69 ц/га; HCP_{05} взаимодействие ВС=2,71 ц/га; HCP_{05} взаимодействие АВС=4,83 ц/га.

Из контролируемых факторов, влияющих на урожайность, наиболее значимым был уровень азотного питания (фактор А) – доля влияния 48,6%, чем обработка препаратами (фактор В) – 2,1%. На долю взаимодействия этих факторов (АВ) приходится 19,7%. Зависимость урожайности зерна озимой твердой пшеницы от погодных условий года (фактор С) составила 6,6%. Доля влияния изучаемых агроприёмов и условий года (тройное взаимодействие факторов) составила 7,8%, уровня азотного питания и условий года (АС) – 8,7%, обработка препаратами и погодные условия (ВС) – 6,5%.

Таким образом, прямое действие фактора А (подкормка азотными удобрениями) и взаимодействие агротехнических приемов, т.е. факторов АВ, имело большую долю влияния, чем условия года, и это влияние, являясь достоверным, оказало огромное влияние на формирование существенных прибавок между испытываемыми вариантами опыта, и указывает на необходимость проведения внесения азотного удобрения независимо от условий года.

4.3 Влияние условий года, доз азотного минерального удобрения и комплексных органоминеральных удобрений на качество зерна озимой твердой пшеницы

Качество урожая является интегральным показателем, отражающим воздействие комплекса факторов на поступление, усвоение и метаболизм элементов питания в конкретных почвенно-климатических условиях.

В нашем опыте, при установлении зависимости содержания клейковины от применяемых агротехнических приемов, установлено, что наиболее значимым также был уровень азотного питания (фактор А) – доля его влияния составила 58,0% (таблица 17). Доля фактора В была незначительной – всего 0,2%, фактора С – 13,2%.

Таблица 18 – Влияние азотных удобрений и комплексных органоминеральных удобрений на содержание клейковины в зерне озимой твердой пшеницы, %

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
N ₀	контроль	17,9	16,7	14,3	17,82	21,07
	нутривант+	18,7	18,9	16,7		22,52
	атланге	18,4	17,9	16,2		22,85
	микрокарт	19,1	18,9	17,5		24,27
	аминокат	19,6	19,3	17,2		25,12
N _{20 +20}	контроль	19,1	18,9	17,2	20,20	
	нутривант+	20,1	19,7	18,4		
	атланге	20,3	20,1	19,3		
	микрокарт	21,9	21,6	20,7		
	аминокат	22,6	22,1	21		
N _{40 +40}	контроль	23,1	23,4	21	25,93	
	нутривант+	25,2	24,8	23,2		
	атланге	26,4	26,1	24,3		
	микрокарт	28,3	28,5	25,7		
	аминокат	30,7	30,4	28,3		
N ₆₀₊₆₀	контроль	28,9	28,6	23,8	28,70	
	нутривант+	29,3	29,6	25,7		
	атланге	29,4	29,1	26,7		
	микрокарт	30,5	29,9	28,7		
	аминокат	31,3	30,7	28,3		
	Среднее С	24,04	23,76	21,71		

Примечание: НСР₀₅ фактор А=1,4%; НСР₀₅ фактор В=1,7%; НСР₀₅ фактор С=1,1%; НСР₀₅ взаимодействие АВ=3,2%; НСР₀₅ взаимодействие АС=1,3%; НСР₀₅ взаимодействие ВС=2,1%; НСР₀₅ взаимодействие АВС=3,5%.

Данные таблицы четко показывают достоверное увеличение содержания клейковины в зависимости от дозы внесения аммиачной селитры: если на контрольном варианте среднее значение составило 17,82%, то постепенное увеличение дозы удобрений приводило к улучшению

качества зерна, а наибольший показатель был зафиксирован по варианту N_{60+60} – 28,7 % (на 10,88% выше контроля).

Содержание клейковины при внесении органоминеральных удобрений достоверно увеличивалось по вариантам с препаратами Атланте, Микрокарт, Аминокат.

При внесении азотных удобрений ожидаемо увеличивалось и содержание белка в зерне озимой твердой пшеницы (таблица 18).

Таблица – 19 Влияние азотных удобрений и комплексных органоминеральных удобрений на содержание белка в зерне озимой твердой пшеницы, %

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
N 0	контроль	9,6	10,7	10,9	10,76	12,47
	нутривант+	10,2	11	11,5		12,87
	атланте	9,3	10,9	11,3		12,52
	микрокарт	9,8	11,2	11,7		12,80
	аминокат	9,8	11,6	11,9		13,20
N 20 +20	контроль	9,2	11,6	11,3	10,96	
	нутривант+	9,7	11,2	11,8		
	атланте	9,6	11,1	11,4		
	микрокарт	10,2	10,9	11,6		
	аминокат	10,9	11,8	12,1		
N 40 +40	контроль	12,5	13,9	14,1	13,82	
	нутривант+	12,9	14,4	14,7		
	атланте	11,8	14,8	14,5		
	микрокарт	13,3	14,1	14,3		
	аминокат	13,1	14,2	14,7		
N 60+60	контроль	13,9	15,8	16,2	15,56	
	нутривант+	14,4	16,2	16,5		
	атланте	12,4	16,5	16,7		
	микрокарт	13,3	16,3	16,9		
	аминокат	14,2	16,9	17,2		
	Среднее С	11,5	13,25	13,56		

Примечание: HCP_{05} фактор А=1,1%; HCP_{05} фактор В=0,7%; HCP_{05} фактор С=0,9%; HCP_{05} взаимодействие АВ=1,8%; HCP_{05} взаимодействие АС=2,1%; HCP_{05} взаимодействие ВС=2,6%; HCP_{05} взаимодействие АВС=3,3%.

Наибольшее его количество отмечено по варианту с внесением N_{60+60} – 15,56%, что на 4,8 % выше, чем на контроле. Доля влияния фактора А в этом случае составила 79,2%, фактора В – 1,3%, фактора С – 16,1%.

Стоит отметить, что достоверное увеличение белка при внекорневой обработке растений комплексными органоминеральными удобрениями было только по варианту с препаратом Аминокат – 13,20% (на 0,73 % выше контроля).

Еще одним немаловажным показателей качества является стекловидность зерна, которая, в определенной мере, влияет на консистенцию (твердость) эндосперма, а она в свою очередь, на выход крупок и дунстов при размоле зерна пшеницы.

В нашем опыте, при установлении зависимости содержания стекловидности зерна от применяемых агротехнических приемов, установлено, что наиболее значимым также был уровень азотного питания (фактор А) – доля его влияния составила 90,2 %; доли факторов В и С были незначительными – всего 2,1 и 3,3 % соответственно, а взаимодействия факторов еще меньше: АВ – 0,2%, АС – 2,9 %, ВС – 0,1%, АВС – 0,5 % (таблица 19).

Данные таблицы четко показывают достоверное увеличение содержания стекловидности зерна в зависимости от дозы внесения аммиачной селитры: если на контрольном варианте среднее значение составило 56,1 %, то постепенное увеличение дозы удобрений приводило к улучшению качества зерна, а наибольший показатель был зафиксирован по варианту N_{60+60} – 85,2 %, что на 29,1 % выше контроля.

Стекловидность зерна при внесении органоминеральных удобрений достоверно увеличивалась по вариантам с препаратами Микрокарт и Аминокат на 1,8 и 2,0 % соответственно.

Кроме того, существенное влияние на данный качественный признак оказали погодные условия – в более благоприятные по влагообеспеченности

годы, процент стекловидности был на 3,0–4,6 % выше, чем в неблагоприятном.

Таблица 20 – Стекловидность зерна озимой твердой пшеницы в зависимости от дозы азотных и внекорневой подкормки органоминеральных удобрений, %

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
N 0	контроль	53,0	61,0	50,0	56,1	69,7
	нутриванг+	56,7	61,7	52,3		71,2
	атланге	52,0	60,7	51,3		69,6
	микрокарт	56,7	61,3	52,7		71,5
	аминокат	58,3	60,7	53,7		71,7
N 20 +20	контроль	65,3	65,7	61,7	64,8	
	нутриванг+	67,7	67,0	62,7		
	атланге	66,0	61,3	62,3		
	микрокарт	66,7	66,3	63,0		
	аминокат	64,7	68,3	64,3		
N 40+40	контроль	80,0	74,7	74,3	76,9	
	нутриванг+	81,3	75,3	75,7		
	атланге	79,3	74,0	74,0		
	микрокарт	80,3	76,3	76,3		
	аминокат	80,7	75,7	75,7		
N 60+60	контроль	88,0	80,3	82,3	85,2	
	нутриванг+	90,0	82,0	83,0		
	атланге	89,0	82,7	82,7		
	микрокарт	90,3	84,7	84,3		
	аминокат	89,7	86,0	83,3		
	Среднее по фактору С	72,8	71,2	68,2		

Примечание: HCP_{05} фактор А=1,17 %; HCP_{05} фактор В=1,46%; HCP_{05} фактор С=1,13 %; HCP_{05} взаимодействие АВ=2,97 %; HCP_{05} взаимодействие АС=1,97 %; HCP_{05} взаимодействие ВС=2,54 %; HCP_{05} взаимодействие АВС=1,9%.

Стекловидность, по мнению Е.В. Николаева, показатель очень неустойчивый и зависящий от содержания белка в зерне [182]. В наших исследованиях наибольшее количество белка зафиксировано по варианту с внесением N₆₀₊₆₀ – 15,56%, что на 4,8 % выше, чем на контроле, и подтверждает высказывание ученого. Содержание белка в зависимости от

применяемых препаратов варьировало в пределах 12,52–13,20 % (контроль – 12,47 %). Доля влияния фактора А в этом случае составила 79,2%, фактора В – 1,3%, фактора С – 16,1%.

Натурная масса – показатель относительно стабильный, но зависящий от множества факторов: влажности, содержания сорной примеси, формы зерен и их выравненности [182]. По натурной массе высоконатурное пшеничное зерно должно быть не менее 785 г/л, средненатурное – 745–785, низконатурное – ниже 745.

Как видно из таблицы 20, в наших условиях в годы с недостатком влаги без применения азотных удобрений формируется низконатурное зерно. С повышением дозы азотного удобрения прослеживается четкое повышение и натурной массы. Наибольший этот показатель был отмечен по варианту N₆₀₊₆₀ – 864,2 г/л, что позволяет отнести такое зерно к группе высоконатурного. Применение внекорневых подкормок в данном случае способствовало увеличению натурности по всем вариантам опыта, тем не менее, необходимо отметить, что наибольшая доля влияния из всех изучаемых факторов, была при их двойном взаимодействии – АС и составило 60,8%. Доля влияния фактора А – 17,2 %.

Таблица 21 – Влияние азотных удобрений и комплексных органоминеральных удобрений на натурную массу зерна озимой твердой пшеницы, г/л

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
1	2	3	4	5	6	7
N ₀	контроль	741,0	758,0	730,5	749,3	767,3
	нутривант+	752,3	763,5	741,0		798,5
	атланге	744,0	758,0	734,8		790,8
	микрокарт	758,0	764,3	742,5		803,4
	аминокат	750,0	765,0	737,3		801,2
Продолжение таблицы 20						

1	2	3	4	5	6	7
N ₂₀₊₂₀	контроль	759,5	777,3	759,8	768,6	
	нутривант+	766,0	779,0	768,5		
	атланте	760,8	774,0	756,0		
	микрокарт	763,3	785,5	780,8		
	аминокат	758,8	778,3	762,0		
N ₄₀₊₄₀	контроль	767,5	792,5	573,3	786,7	
	нутривант+	787,5	809,8	809,5		
	атланте	769,8	793,5	828,0		
	микрокарт	782,0	793,5	841,8		
	аминокат	782,5	792,3	878,3		
N ₆₀₊₆₀	контроль	825,8	802,8	919,8	864,2	
	нутривант+	856,5	814,3	934,0		
	атланте	845,8	812,0	913,0		
	микрокарт	869,8	826,8	933,0		
	аминокат	869,5	815,0	926,0		

НСР₀₅ фактор А=5,8 г/л; НСР₀₅ фактор В=5,9 г/л; НСР₀₅ фактор С=7,5 г/л; НСР₀₅ взаимодействие АВ=10,04 г/л; НСР₀₅ взаимодействие АС=12,96 г/л; НСР₀₅ взаимодействие ВС=18,92 г/л; НСР₀₅ взаимодействие АВС=28,84 г/л.

Таким образом, как азотные удобрения, так и органоминеральные препараты оказывают влияние на рост, развитие и формирование продуктивности озимой твердой пшеницы. Тем не менее, основным источником формирования высококачественного зерна озимой твердой пшеницы являются азотные удобрения, дробное внесение которых приводит к доказуемому и закономерному повышению урожайности по всем вариантам опыта с удобрениями.

Наиболее оптимальным в условиях Нижнего предгорного района Крыма является внесение N₆₀₊₆₀, при котором ежегодно, вне зависимости от ГТК, была отмечена наибольшая урожайность зерна, и в среднем за 3 года исследований прибавка составила 33,82 ц/га.

Вариант N₆₀₊₆₀ оказался и наиболее эффективным в отношении повышения качества зерна – в среднем получено зерно со стекловидностью

85,2 %, белковостью 15,56 %, натурной массой 864,2 г/л, клейковиной 28,70%, что выше контроля (неудобренного варианта) на 29,1%; 4,8%; 114,9 г/л; 10,88% соответственно.

В повышении урожайности и качества зерна озимой твердой пшеницы органоминеральные препараты играют второстепенную роль. Наиболее эффективными для некорневой обработки растений являются Аминокат, Микрокарт, Атланте, позволяющие получать урожайность зерна в пределах 38,65–39,85 ц/га с высокими показателями качества зерна (стекловидность – 69,6–71,7%, белковость – 12,52–13,20 %, натурная масса – 790,8–801,2 г/л, клейковина – 22,85–25,12%). Это влияние, как показала листовая диагностика, обусловлено улучшением элементами питания.

5. ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ФЛОРА-С И ФИТОП-ФЛОРА-С НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

По данным российских ученых, применение препаратов на основе гуминовых кислот значительно расширилось в последние годы, и их используют практически во всех почвенно-климатических зонах [181]. Степень отзывчивость сельскохозяйственных культур от применения таких препаратов зависит от их вида, почвенно-климатических условий, особенностей зональных технологий возделывания и других сопутствующих факторов. Обобщение же результатов полевых опытов и производственных испытаний в Волгоградской, Самарской, Саратовской, Белгородской, Волгоградской областей, а также в Алтайском, Краснодарском и Ставропольском краях показало, что от применения препаратов на основе гуминовых веществ продуктивность зерновых культур повышалась на 15-20%.

Данный агроприем используется и в отдельных хозяйствах Республики Крым на озимой пшенице. Обусловлено это возможностью внесения препаратов в составе баковых смесей с пестицидами. Растворы солей гуминовых кислот, микроэлементы и органические кислоты обладают четко выраженными иммуномодулирующими, антистрессовыми и росторегулирующими свойствами. В результате понижается угнетающее действие пестицидов на культурные растения.

Тем не менее, большое разнообразие выпускаемых препаратов и отсутствие практических рекомендаций по их внесению сдерживает широкое использование среди производителей полуострова. Препараты Флора-С и Фитоп-Флора-С в Крыму были изучены только в технологии выращивания лаванды узколистной в условиях Предгорной зоны Крыма [154]. Однако, применение таких современных гуминовых удобрений считается перспективным на зерновых колосовых [150, 152-153, 195].

5.1 Развитие озимой твердой пшеницы в зависимости от метеорологических условий и изучаемых факторов

В наших исследованиях влияния препаратов Флора-С и Фитоп-Флора С на длительность периодов вегетации не установлено (таблица 21). В целом, ситуация ложилась идентична опыту №1.

Таблица 22 – Длительность периодов вегетации озимой твердой пшеницы, суток

Фаза развития	Уровень азотного питания	Длительность межфазных периодов		
		2015/2016	2016/2017	2017/2018
появление всходов	N ₀	13	15	17
	N _{20 +20}	13	15	17
	N ₄₀₊₄₀	13	15	17
	N ₆₀₊₆₀	13	15	17
кущение – прекращение вегетации	N ₀	40	38	53
	N _{20 +20}	41	39	55
	N ₄₀₊₄₀	42	41	57
	N ₆₀₊₆₀	45	43	59
возобновление вегетации –выход в трубку	N ₀	25	37	40
	N _{20 +20}	27	38	42
	N ₄₀₊₄₀	30	39	42
	N ₆₀₊₆₀	30	40	46
колошение	N ₀	6	6	5
	N _{20 +20}	6	6	5
	N ₄₀₊₄₀	8	8	6
	N ₆₀₊₆₀	8	8	6
цветение	N ₀	8	9	12
	N _{20 +20}	10	11	12
	N ₄₀₊₄₀	12	13	14
	N ₆₀₊₆₀	12	15	14
молочная спелость зерна	N ₀	14	12	10
	N _{20 +20}	15	15	13
	N ₄₀₊₄₀	16	17	15
	N ₆₀₊₆₀	18	17	15
восковая спелость зерна	N ₀	14	12	10
	N _{20 +20}	14	14	12
	N ₄₀₊₄₀	16	16	12
	N ₆₀₊₆₀	17	18	16

Зимостойкость растений также была схожа с результатами опыта №1 (приложение 5). Внесение азотных удобрений невысокими дозами

благоприятно отразилось за зимостойкости растений, а внесение N_{60+60} несколько снижала этот показатель.

Высота растений пшеницы достоверно увеличивалась при каждом внесении азотного удобрения. Наиболее высокие растения, как в фазу выхода в трубку, так и в фазу мелочной спелости зерна были отмечены по варианту с внесением максимальной дозы азота – 36,9 и 77,6 см соответственно (таблица 22).

Таблица 23 – Высота растений озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и опрыскивания препаратами на основе гуминовых веществ, см (среднее за 2016–2018 гг.)

Фаза развития	Уровень азотного питания (А)	Некорневая подкормка (В)						Среднее
		В ₀	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₅	
Выход в трубку	А ₀	18,5	18,9	18,9	19,3	18,7	20,5	19,1
	А ₁	25,1	25,9	26,1	26,8	25,3	26,7	26,0
	А ₂	29,2	29,4	29,5	30,7	29,2	30,9	29,8
	А ₃	36,1	36,7	36,9	37,7	36,3	37,9	36,9
	Среднее В	27,2	27,7	27,9	28,6	27,4	29,0	28,0
	НСР ₀₅ А=2,65 НСР ₀₅ В= 0,31							
Молочная спелость	А ₀	54,3	54,9	54,7	55,6	54,3	55,4	54,9
	А ₁	60,1	60,4	60,7	61,6	60,3	61,8	60,8
	А ₂	68,3	69,1	69,7	70,2	68,7	69,9	69,3
	А ₃	76,2	77,5	77,4	78,7	76,9	78,9	77,6
	Среднее В	64,7	65,5	65,6	66,5	65,1	66,6	65,7
	НСР ₀₅ А=3,29 НСР ₀₅ В=0,52							

Что касается гуминовых препаратов – здесь все варианты были эффективными в этом отношении и способствовали повышению показателя высоты растений, за исключением варианта В₄ (использование Флора-С в фазу молочной спелости).

Накопление сырой надземной массы пшеницы активно происходило при внесении удобрений – причем каждое внесение азота достоверно

увеличивало этот показатель, а максимальным он был на варианте A_4 (N_{60+60}) и составил $880,8 \text{ г/м}^2$ в фазу выхода в трубку и $1764,7 \text{ г/м}^2$ в фазу молочной спелости зерна, что на 218,3 и 275,1 больше, чем на контрольных вариантах (таблица 23).

Таблица 24 – Динамика накопления сырой надземной массы озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и опрыскивания препаратами на основе гуминовых веществ, г/м^2 (среднее за 2016-2018 гг.)

Фаза развития	Уровни азотного питания (А)	Некорневая подкормка (В)						Среднее А
		B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
Выход в трубку	A_0	658,2	659,3	660,1	669,7	658,7	669,1	662,5
	A_1	691,8	692,1	692,4	710,4	692,2	710,7	698,3
	A_2	776,5	777,3	777,1	785,9	776,8	789,2	780,5
	A_3	874,39	879,3	879,1	887,3	875,2	889,7	880,8
	Среднее В	750,2	752,0	752,2	763,3	750,7	764,7	755,5
	НСП ₀₅ А=2,95 НСП ₀₅ В= 0,71							
Молочная спелость	A_0	1480,3	1485,6	1489,2	1498,5	1482,3	1501,6	1489,6
	A_1	1590,3	1590,7	1591,1	1617,4	1591,7	1623,2	1600,7
	A_2	1857,9	1860,2	1861,7	1907,5	1860,5	1912,4	1876,7
	A_3	2070,7	2082,6	2095,3	2107,5	2072,1	2121,9	2091,7
	Среднее В	1749,8	1754,7	1759,3	1782,7	1751,6	1789,7	1764,7
	НСП ₀₅ А=3,29 НСП ₀₅ В=0,52							

Данные листовой диагностики также показывают значительное влияние изучаемых доз азотных удобрений на питательный режим культуры.

Так, на контрольном варианте без внесения азотных удобрений и опрыскивания гуминовыми препаратами, отмечали значительный недостаток азота, и ряда микроэлементов (рисунок 6). Внесение N_{20+20} несколько снизило необходимость в этом элементе, но, всё же, график показывает его нехватку (рисунок 7), а дозы N_{40+40} хватило, чтобы показатель N перешёл из позиции «недостаток» в позицию «обеспеченность» – на рисунке 8 четко видно положительное значение N. Применение дозы азота N_{60+60} способствовало еще большему обеспечению азотом (рисунок 9).

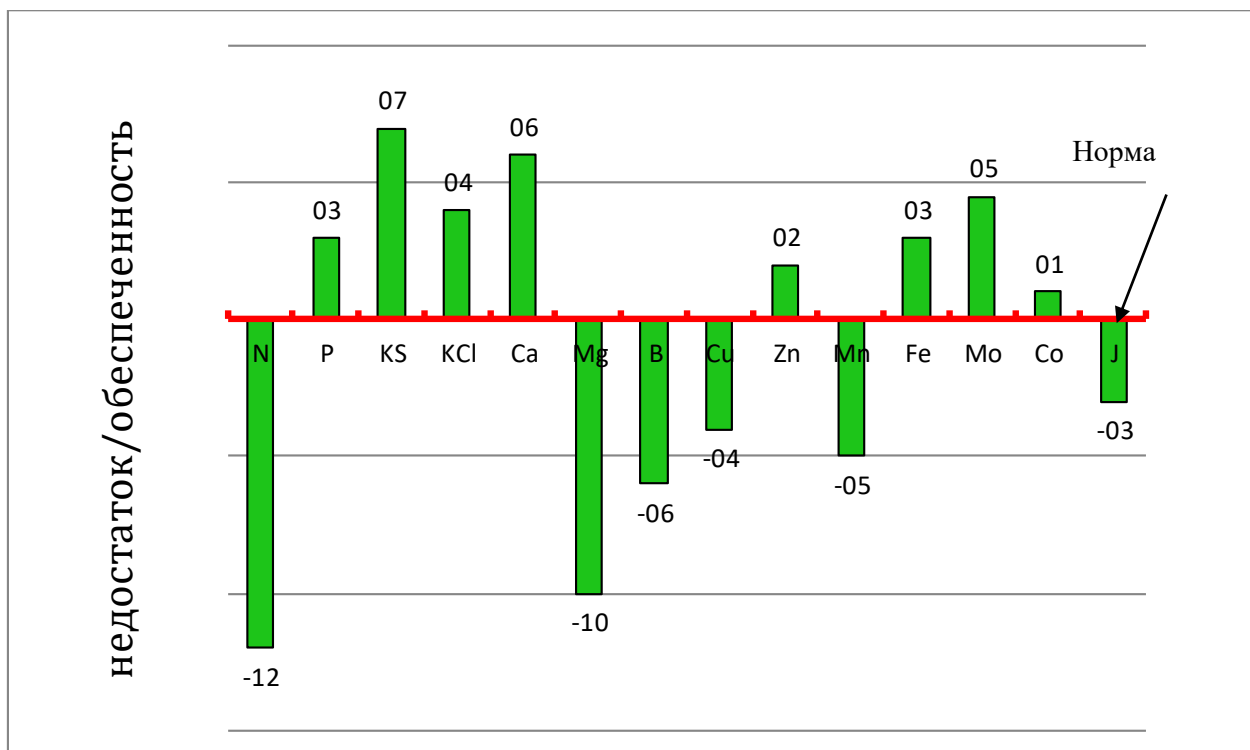


Рисунок 6 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_0 (без внесения азота и внекорневой подкормки)

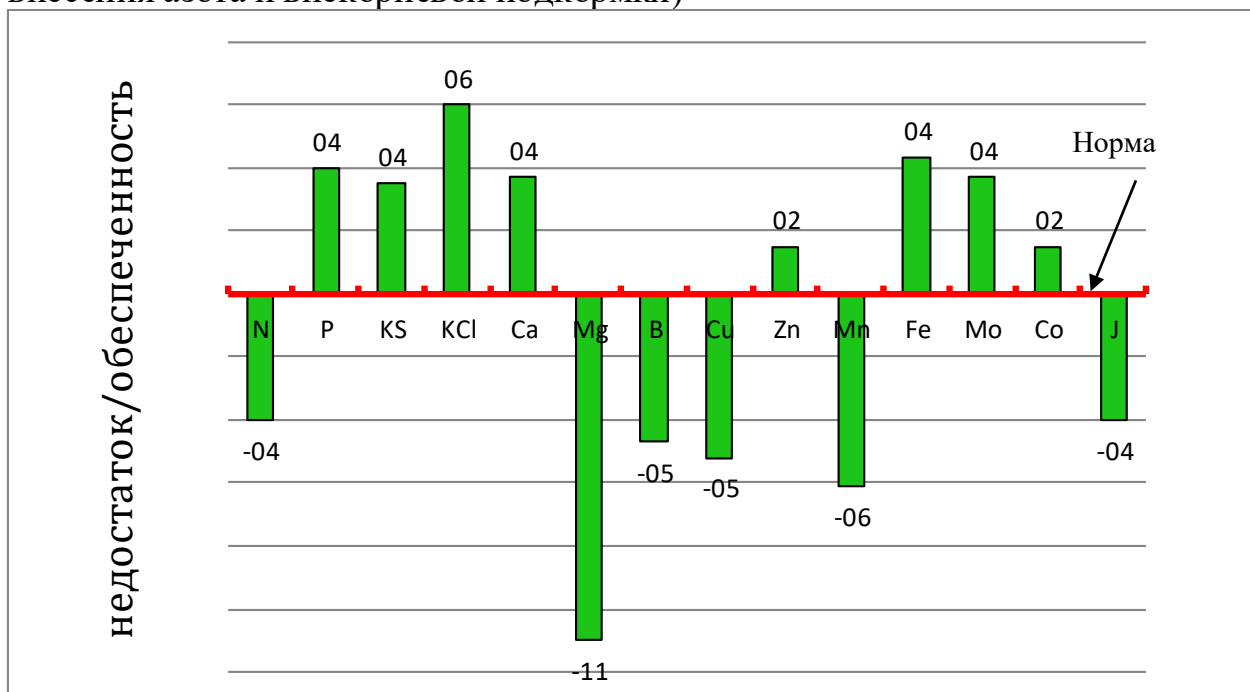


Рисунок 7 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_0 (внесение N_{20+20} и без внекорневой подкормки)

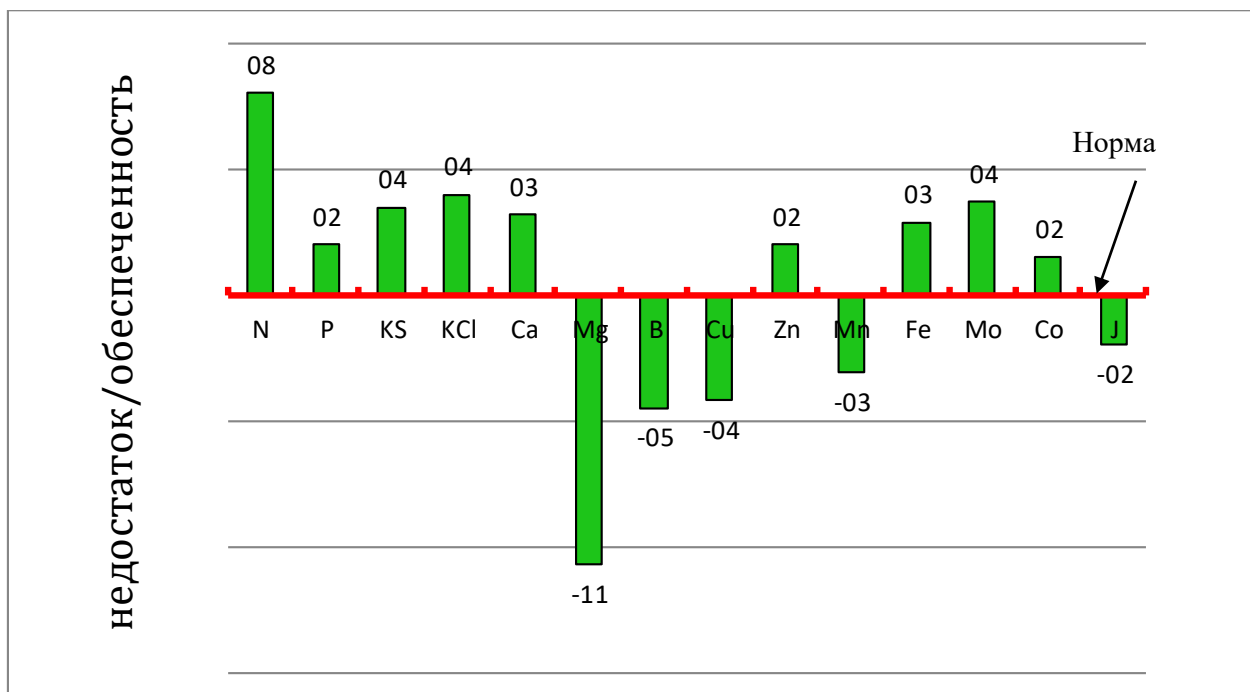


Рисунок 8 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_0 (внесение N_{40+40} и без внекорневой подкормки)

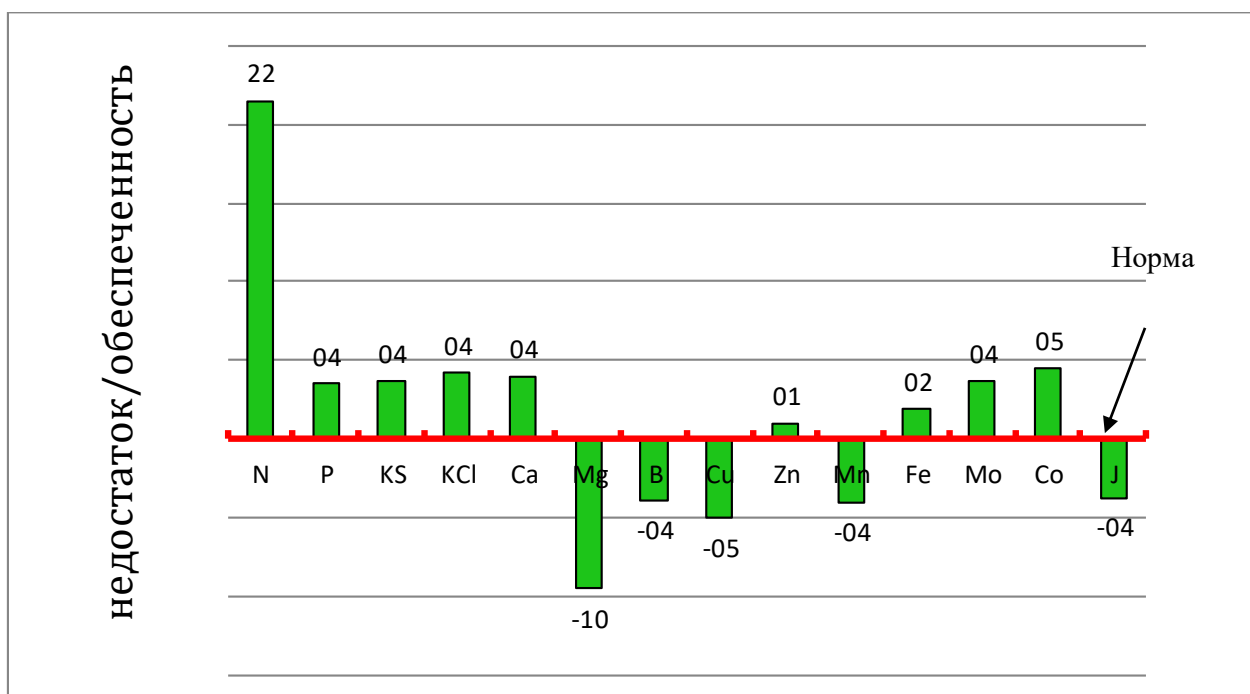


Рисунок 9 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_0 (внесение N_{60+60} и без внекорневой подкормки)

Применение препаратов на основе гуминовых кислот благоприятно отразилось на обеспеченности растений пшеницы микроэлементами – так, на варианте A_3B_3 с применением препаратов Флора-С+Фитоп-Флора-С, мы

видим, что показатели обеспеченности Mg, B, Cu и Mn имели положительное значение, по сравнению с вариантом без внекорневой подкормки (рисунок 10).

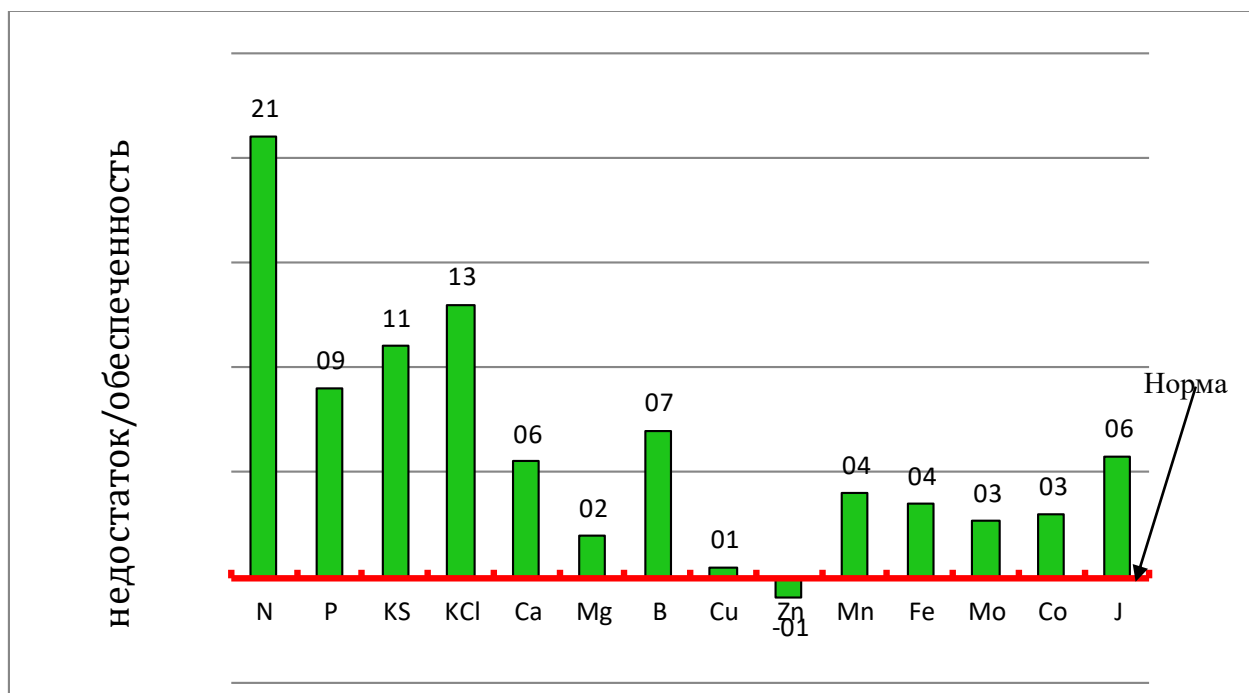


Рисунок 10 – – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_3 (внесение N_{60+60} + внекорневая обработка препаратами Флора-С + Фитоп-Флора-С)

Опрыскивание препаратами Флора-С в фазу кущения и Фитоп-Флора-С + Флора-С в фазу молочной спелости зерна (вариант B_5) имело похожую картину, однако показатели обеспеченности растений микроэлементами B и Cu, все же, имели отрицательное значение (рисунок 11).

В настоящее время считается доказанным положительное действие микроэлементов на рост, развитие и продуктивность растений [117]. Такие микроэлементы как бор, цинк, молибден повышают активность фотосинтеза. Широкий спектр микроэлементов, таких как медь, молибден, бор, марганец, кобальт положительно действуют на синтез хлорофилла в листьях растений и уменьшают его распад в темноте, кроме того эти же элементы повышают способность растений противостоять неблагоприятным условиям (повышают жаростойкость, засухоустойчивость, холодостойкость).

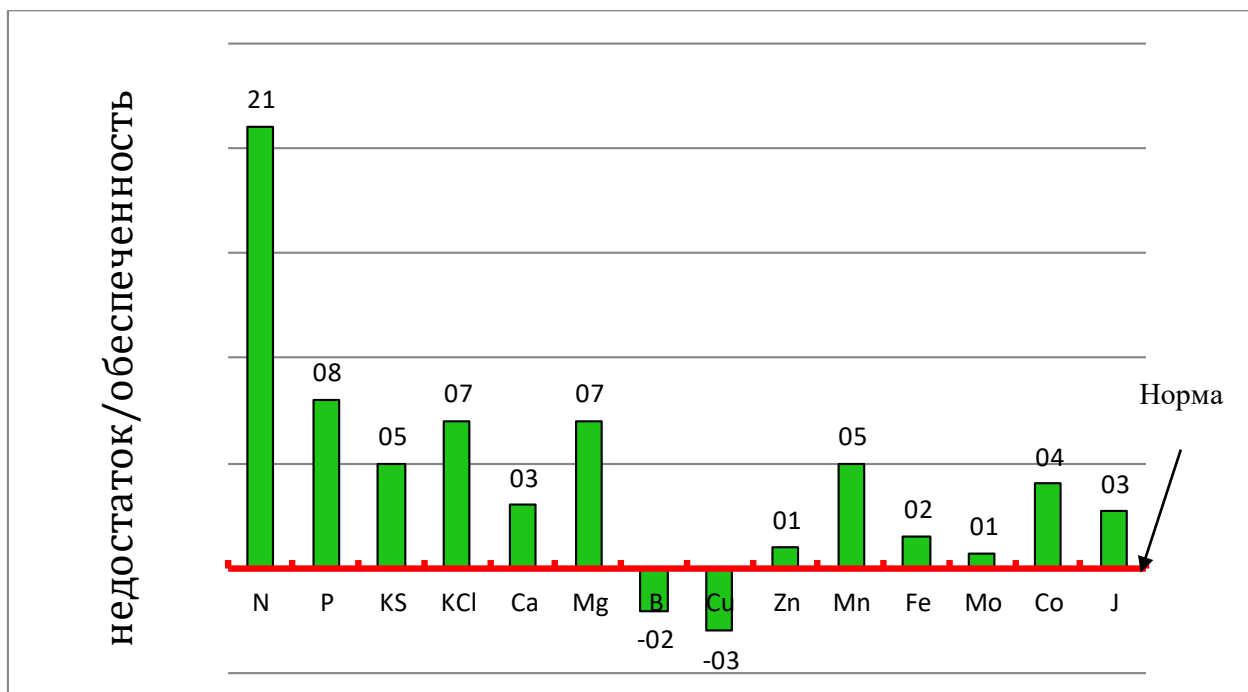


Рисунок 11 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_5 (внесение N_{60+60} + внекорневая обработка препаратами Флора-С в фазу кущения и Фитоп-Флора-С + Флора-С в фазу молочной спелости зерна)

Таким образом, можно предположить, что использование препаратов на основе гуминовых кислот оптимизирует некорневое питание растений озимой твердой пшеницы микроэлементами, что благоприятно скажется на развитии растений и их продуктивности.

5.2 Урожайность и ее структура озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и обработки препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С

Анализ структуры полученной урожайности дает возможность установить закономерности ее формирования в зависимости от генотипа и действия факторов внешней среды, и поэтому ее элементы могут служить объектом не только для анализа, но и синтеза – разработки элементов технологии возделывания.

Одним из факторов, несомненно, влияющих на урожайность, является густота стояния растений. Высокий урожай озимой пшеницы может сформироваться лишь тогда, когда агроценоз этой культуры по количеству

растений на единицу площади максимально приближен к оптимальным параметрам [69].

Данные таблицы 24 показывают, что в 2016 и 2017 гг. при внесении азотных удобрений в дозах N_{40+40} и N_{60+60} сформировалось оптимальное число растений на квадратном метре (340–370 шт./м², согласно градации Николаева Е.В. с соавтором, 2001).

Таблица 25 – Густота стояния растений перед уборкой в зависимости от дозы азотного удобрения и опрыскивания препаратами на основе гуминовых веществ, шт./м²

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
N ₀	B ₀	294,3	286,7	166,9	251,2	293,7
	B ₁	295,4	287,5	167,5		294,3
	B ₂	295,7	287,4	167,2		294,5
	B ₃	297,4	290,2	169,3		297,3
	B ₄	295,8	286,5	166,9		294,4
	B ₅	300,1	294,7	172,3		299,2
N ₂₀₊₂₀	B ₀	325,4	315,5	213,5	286,7	
	B ₁	326,0	315,9	214,2		
	B ₂	326,7	316,0	214,1		
	B ₃	331,4	319,4	216,1		
	B ₄	325,7	316,0	214,7		
	B ₅	332,4	320,2	217,5		
N ₄₀₊₄₀	B ₀	346,9	334,7	227,6	304,8	
	B ₁	347,3	335,1	228,4		
	B ₂	346,7	335,4	228,1		
	B ₃	350,2	339,7	230,5		
	B ₄	347,2	336,4	229,1		
	B ₅	351,4	340,7	231,4		
N ₆₀₊₆₀	B ₀	384,1	367,9	260,4	339,5	
	B ₁	384,7	368,2	261,7		
	B ₂	385,2	368,9	262,1		
	B ₃	387,4	370,6	265,4		
	B ₄	384,3	368,5	261,3		
	B ₅	389,5	371,7	268,2		
	Среднее С	339,6	328,1	218,9		

В 2018 г. число растений было ниже, чем в предыдущие годы – от 166 до 268 шт./м². Такое количество растений входит в градацию «среднеизреженная» (190–210 шт./м²) и «субоптимальная» (250–280 шт./м²). Соответственно, на делянках с такой густотой ожидается снижение урожайности, обусловленное уменьшением густоты стояния растений.

Как видно из представленных данных, обработка препаратами на основе гуминовых кислот, на густоту стояния растений практически не влияла – число растений варьирует по вариантам от 293,7 до 299,2 шт./м². Уровень азотного питания, напротив, имел важное значение, и число растений на квадратном метре росло при внесении удобрений, и максимальное значение их было по варианту N₆₀₊₆₀ – 339,5 шт./м² (на 88,3 шт./м² больше, чем на контроле).

В наших опытах коэффициент продуктивного кущения повышался с внесением азота (таблица 25). Так, без внесения удобрений этот показатель составил 1,20, а при внесении N₂₀₊₂₀ – 1,43, N₄₀₊₄₀ – 1,71, N₆₀₊₆₀ – 1,92. Наиболее рационально кущение проходило при норме азотных удобрений N₆₀₊₆₀.

Опрыскивание препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С имело второстепенное значение: коэффициент продуктивного кущения варьировал в пределах 1,49–1,69.

Погодные условия также влияли на этот параметр. В благоприятные по влагообеспеченности годы (2016 и 2017) коэффициент продуктивного кущения был значительно выше, чем в сухой 2018 г. В среднем по опыту эти значения составили 1,80; 1,66 и 1,32 соответственно.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что эффективного развития растений и увеличения продуктивного кущения можно достичь путем внесения азотных удобрений.

Таблица 26 – Коэффициент продуктивного кушения озимой твердой пшеницы при действии различных доз азота и опрыскивания препаратами на основе гуминовых веществ

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (фактор С)			Среднее по	
		2016	2017	2018	Фактору А	Фактору В
N 0	B ₀	1,30	1,30	0,80	1,20	1,49
	B ₁	1,30	1,40	0,80		1,53
	B ₂	1,30	1,30	0,80		1,53
	B ₃	1,40	1,50	1,00		1,64
	B ₄	1,30	1,50	0,90		1,54
	B ₅	1,50	1,40	1,10		1,69
N 20+20	B ₀	1,40	1,50	1,20	1,43	
	B ₁	1,50	1,40	1,30		
	B ₂	1,40	1,50	1,20		
	B ₃	1,60	1,60	1,40		
	B ₄	1,40	1,50	1,20		
	B ₅	1,60	1,70	1,40		
N 40+40	B ₀	1,70	1,70	1,50	1,71	
	B ₁	1,80	1,70	1,40		
	B ₂	2,00	1,80	1,50		
	B ₃	1,90	1,70	1,40		
	B ₄	2,00	1,70	1,50		
	B ₅	2,00	1,90	1,60		
N60+60	B ₀	2,10	1,90	1,50	1,92	
	B ₁	2,30	2,00	1,50		
	B ₂	2,10	1,90	1,60		
	B ₃	2,30	2,10	1,80		
	B ₄	2,00	1,90	1,60		
	B ₅	2,30	2,00	1,80		
	Среднее С	1,80	1,66	1,32		

За 3 года исследований лучший средний показатель длины колоса при внесении азотных удобрений был отмечен по варианту N₆₀₊₆₀, что достоверно превысил величину контроля на 3,94 см (таблица 26). Стоит отметить, что доля влияния фактора А среди других была наибольшей и составила 69,3%.

Наиболее эффективным вариантом в этом отношении среди некорневой подкормки был B_5 , на котором сформировался колос на 0,45 см длиннее контроля. Доля влияния фактора В составила всего 0,5 %.

Варьирование средней величины показателя длины колоса по годам было значительным – от 4,22 в 2018 году до 7,63 см в 2016 году. Таким образом, при благоприятном гидротермическом режиме оптимум длины колоса возрастает, и, наоборот, в засушливые годы – уменьшается. Доля влияния фактора С составила в опыте 22,2 %.

Доли влияния различных сочетаний факторов и их тройного взаимодействия в опыте были незначительными: контролируемые факторы АВ приняли на свой счет всего 0,9%, доля влияния факторов АС составила 5,1%, факторов ВС – 0,9%, взаимодействие ABC= 1,1%.

Другим, и не менее важным, элементом продуктивности пшеничного растения является озерненность колоса. Как видно из таблицы 27, показатель этого параметра значительно варьировал по годам – так, в 2018 году количество зерен в колосе в среднем составило 16,7 шт., а в 2016 – 31,1 шт., что больше в 1,8 раза. Таким образом, во влажные годы число зерен в колосе значительно возрастает. Доля влияния года (фактора С) составляет при этом 30,5%.

Внесение азотных удобрений также способствует увеличению числа зерен в колосе озимой твердой пшеницы, причем каждое такое внесение оказывалось достоверным. Наибольшее число зерен было отмечено по варианту N_{60+60} – 30,5 шт., что на 12,3 шт. или в 2,5 раза больше, чем без удобрений. Доля влияния фактора А была наибольшей и составила 55,1%.

Опрыскивание препаратами на основе гуминовых кислот приводило к увеличению этого показателя по всем вариантам опыта, лучшим вариантом здесь был B_5 , при котором озерненность колоса была выше контроля на 1,4 шт. Тем не менее, доля влияния фактора В была значительно ниже, чем факторов А и С и составила всего 0,8%.

Из всех сочетаний факторов стоит принять во внимание АВ, доля влияния которых составила 10,3%, доли остальных факторов были незначительными.

Крупность зерна зависела от условий выращивания – в благоприятные по влагообеспеченности годы масса 1000 семян составила 38,0–38,5 г, а в сухой 2018 год среднее значение по фактору С – всего 25,5 г (таблица 28). Несмотря на то, что масса 1000 семян не регламентируется ГОСТом 9353-2016, данный показатель является очень важным, поскольку характеризует размер семян и их выполненность. Доля влияния условий года (фактора С) составила 25,4%.

Следует отметить, что основное влияние на массу 1000 зерен оказали все же азотные удобрения – доля влияния фактора А была выше, чем С и составила 64,4 %. Наиболее благоприятно для налива зерна складываются условия при внесении N_{60+60} , в этом случае масса 1000 зерен по сравнению с контролем увеличилась на 13,8 г или в 1,5 раза.

Доля влияния некорневой подкормки была небольшой – 4,3%, а наиболее эффективным вариантом был также B_5 , где масса 1000 зерен с деленок была наибольшей – 38,1 г, что на 3,5 г выше контроля.

Повышение урожайности пшеницы зависит и от такого показателя, как масса зерна с одного колоса [202]. По расчетам, при увеличении массы зерна с колоса от 1,0 до 1,8 г урожайность повышается на 30–40 ц/га.

Минеральные удобрения увеличивали массу зерен с колоса с каждым вариантом внесения. Так внесение N_{20+20} способствовало повышению данного показателя на 0,29 г, N_{40+40} – 0,69 г, N_{60+60} – 0,87 г соответственно (таблица 29). Доля влияния уровня азотного питания (фактор А) составил 69,8%.

Влияние условий года (фактор С) было намного ниже – 19,6%. Средняя величина массы зерен с колоса отмечена в диапазоне от 0,81 до 1,37 г. В засушливом 2018 году этот показатель был наименьшим – на 0,56 и 0,50 г меньше, чем в 2016 и 2017 гг. соответственно.

Таблица 27 – Длина колоса озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С, см

Год (фактор С)	Доза N (фактор А)	Некорневая подкормка (В)								
		В ₀	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₅	Среднее	Среднее С	Среднее А
2016	N ₀	4,31	4,35	4,71	4,45	4,38	4,51	4,45	7,63	4,00
	N ₂₀₊₂₀	6,70	6,58	6,73	6,92	6,78	7,03	6,79		5,26
	N ₄₀₊₄₀	9,05	9,13	9,10	9,18	9,13	9,21	9,13		6,96
	N ₆₀₊₆₀	10,12	10,05	10,09	10,25	10,15	10,29	10,16		7,94
	Среднее	7,55	7,53	7,66	7,70	7,61	7,76	7,63		
2017	N ₀	4,05	4,12	4,16	4,35	4,13	4,47	4,21	6,27	
	N ₂₀₊₂₀	4,69	4,85	4,79	5,01	4,82	5,14	4,88		
	N ₄₀₊₄₀	6,09	6,23	6,20	6,69	6,25	6,92	6,40		
	N ₆₀₊₆₀	9,38	9,62	9,48	9,75	9,59	9,87	9,62		
	Среднее	6,05	6,21	6,16	6,45	6,20	6,60	6,28		
2018	N ₀	3,27	3,25	3,29	3,41	3,28	3,56	3,34	4,22	
	N ₂₀₊₂₀	3,95	4,01	4,03	4,29	4,09	4,42	4,13		
	N ₄₀₊₄₀	5,04	5,08	5,12	5,84	5,12	5,92	5,35		
	N ₆₀₊₆₀	7,12	7,18	7,32	7,72	7,21	7,85	7,40		
	Среднее	4,85	4,88	4,94	5,32	4,93	5,44	5,06		
Среднее (В)		6,15	6,20	6,25	6,49	6,24	6,60	6,32	-	

Примечание: НСР₀₅ фактор А=0,84 см; НСР₀₅ фактор В=0,06 см; НСР₀₅ фактор С=0,92 см; НСР₀₅ взаимодействие АВ=0,09 см; НСР₀₅ взаимодействие АС=0,07 см; НСР₀₅ взаимодействие ВС=0,09 см; НСР₀₅ взаимодействие АВС=0,19

Таблица 28 – Количество зерен в колосе озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С, шт.

Год (фактор С)	Доза N (фактор А)	Некорневая подкормка (В)								
		В ₀	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₅	Среднее	Среднее С	Среднее А
2016	N ₀	20,1	20,6	20,5	21,5	20,3	21,7	20,8	31,1	18,2
	N ₂₀₊₂₀	25,8	26,1	25,9	26,9	25,8	27,1	26,3		24,4
	N ₄₀₊₄₀	35,7	35,5	35,8	37,2	36,1	37,9	36,4		28,6
	N ₆₀₊₆₀	40,0	40,3	40,5	41,2	40,5	42,4	40,8		30,5
	Среднее	30,4	30,6	30,7	31,7	30,7	32,3	31,1		
2017	N ₀	17,3	17,5	17,4	18,5	17,4	18,7	17,8	26,5	
	N ₂₀₊₂₀	25,9	26,1	26,4	27,9	26,5	28,2	26,8		
	N ₄₀₊₄₀	26,2	26,9	26,7	28,4	26,7	28,1	27,2		
	N ₆₀₊₆₀	33,0	33,4	33,1	35,8	33,6	35,9	34,1		
	Среднее	25,6	26,0	25,9	27,7	26,1	27,7	26,5		
2018	N ₀	15,7	16,2	15,9	16,4	15,8	16,8	16,1	16,7	
	N ₂₀₊₂₀	19,5	20,3	19,9	20,8	19,7	21,2	20,2		
	N ₄₀₊₄₀	21,9	21,9	22,0	22,9	22,3	22,8	22,3		
	N ₆₀₊₆₀	23,7	23,6	23,9	24,5	23,8	24,7	24,0		
	Среднее	20,2	20,5	20,4	21,2	20,4	21,4	20,7		
Среднее (В)		25,4	25,7	25,7	26,8	25,7	27,1	26,1	-	

Примечание: НСР₀₅ фактор А=1,96 шт.; НСР₀₅ фактор В=0,29 шт.; НСР₀₅ фактор С=1,32 шт.; НСР₀₅ взаимодействие АВ=1,78 шт.; НСР₀₅ взаимодействие АС=0,62 шт.; НСР₀₅ взаимодействие ВС=0,28 шт.; НСР₀₅ взаимодействие АВС=2,07 шт.

Таблица 29– Масса 1000 зерен озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения препаратов Флора-С и Фито-Флора-С, г

Год (фактор С)	Доза N (фактор А)	Некорневая подкормка (В)								
		В ₀	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₅	Среднее	Среднее С	Среднее А
2016	N ₀	31,4	31,7	31,5	32,9	31,8	33	32,1	38,0	28,9
	N _{20 +20}	34,6	35,2	35,9	36,9	35,7	37,2	35,9		34,8
	N ₄₀₊₄₀	38,7	39,5	39,4	43,5	39,7	43,9	40,8		38,0
	N ₆₀₊₆₀	41,9	42,7	42,5	44,6	43,1	45,2	43,3		42,7
	Среднее	36,7	37,3	37,3	39,5	37,6	39,8	38,0		
2017	N ₀	28,9	29,2	29,6	31,4	29,4	31,7	30,0	38,5	
	N _{20 +20}	36,2	37,3	37,8	39,4	36,9	40,1	38,0		
	N ₄₀₊₄₀	37,1	38,2	38,5	40,1	37,9	40,8	38,8		
	N ₆₀₊₆₀	45,9	46,5	46,3	49,2	46,0	49,8	47,3		
	Среднее	37,0	37,8	38,1	40,0	37,6	40,6	38,5		
2018	N ₀	23,8	24,0	24,1	25,3	24,6	25,9	24,6	25,5	
	N _{20 +20}	29,4	30,2	29,7	31,5	29,9	32,3	30,5		
	N ₄₀₊₄₀	33,1	33,7	34,0	35,4	33,9	35,9	34,3		
	N ₆₀₊₆₀	34,5	35,6	35,8	40,2	36,4	41,6	37,4		
	Среднее	30,2	30,9	30,9	33,1	31,2	33,9	31,7		
Среднее (В)		34,6	35,3	35,4	37,5	35,4	38,1	36,1	-	

Примечание: НСР₀₅ фактор А= 0,15 г; НСР₀₅ фактор В= 0,08 г; НСР₀₅ фактор С= 0,17 г; НСР₀₅ взаимодействие АВ= 0,21 г; НСР₀₅ взаимодействие АС=0,25 г; НСР₀₅ взаимодействие ВС= 0,18 г; НСР₀₅ взаимодействие АВС= 1,41 г

Таблица 30 – Масса зерна с колоса озимой твердой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения препаратов Флора-С и Фито-Флора-С, г

Год (фактор С)	Доза N (фактор А)	Некорневая подкормка (В)								
		В ₀	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₅	Среднее	Среднее С	Среднее А
2016	N ₀	0,87	0,90	0,92	0,98	0,89	0,97	0,92	1,37	0,75
	N ₂₀₊₂₀	1,01	1,04	1,05	1,12	1,05	1,17	1,07		1,04
	N ₄₀₊₄₀	1,57	1,60	1,64	1,73	1,59	1,77	1,65		1,44
	N ₆₀₊₆₀	1,78	1,84	1,87	1,92	1,77	1,95	1,86		1,62
	Среднее	1,31	1,35	1,37	1,44	1,33	1,47	1,38		
2017	N ₀	0,65	0,67	0,71	0,84	0,70	0,86	0,74	1,31	
	N ₂₀₊₂₀	1,09	1,12	1,10	1,19	1,11	1,24	1,14		
	N ₄₀₊₄₀	1,48	1,50	1,49	1,63	1,52	1,69	1,55		
	N ₆₀₊₆₀	1,72	1,77	1,79	1,85	1,75	1,90	1,80		
	Среднее	1,24	1,27	1,27	1,38	1,27	1,42	1,31		
2018	N ₀	0,56	0,58	0,56	0,67	0,58	0,71	0,61	0,81	
	N ₂₀₊₂₀	0,81	0,85	0,83	0,97	0,87	1,20	0,92		
	N ₄₀₊₄₀	1,08	1,12	1,09	1,19	1,08	1,24	1,13		
	N ₆₀₊₆₀	1,13	1,17	1,19	1,27	1,14	1,32	1,20		
	Среднее	0,90	0,93	0,92	1,03	0,92	1,12	0,97		
Среднее (В)		1,15	1,18	1,19	1,28	1,17	1,34	1,22	-	

Примечание: HCP_{05} фактор А = 0,06 г; HCP_{05} фактор В = 0,02 г; HCP_{05} фактор С = 0,09 г; HCP_{05} взаимодействие АВ = 0,06 г; HCP_{05} взаимодействие АС = 0,04 г; HCP_{05} взаимодействие ВС = 0,11 г; HCP_{05} взаимодействие АВС = 0,07 г

Доля влияния другого контролируемого фактора – уровня азотного питания была незначительной – всего 2,9%. Использование удобрений на основе гуминовых кислот было наиболее эффективным по варианту В₅ – в этом случае масса зерна с колоса составила 1,34 г, что на 0,19 г больше, чем по варианту без некорневой подкормки.

Доли влияния других факторов составили: АВ – 0,2%, АС – 5,4%, ВС – 0,8%, АВС – 1,5%.

Величина урожая твердой пшеницы является конечным результатом комплексного взаимодействия на пшеничное растение почвенно-климатических (природных) условий, погодных факторов, проявляющихся в период вегетации, и агротехнических мероприятий. Именно многообразием факторов, от которых зависит конечный результат, разной степенью их проявления объясняется сложность и трудоемкость производства высококачественного зерна твердых пшениц [27].

Анализ представленных данных показывает, что в среднем по фактору А (уровень азотного питания) наибольшая урожайность зерна озимой твердой пшеницы была отмечена при внесении N₆₀₊₆₀ и составила 46,53 ц/га, что больше варианта без применения удобрений на 30,45 ц/га (таблица 30).

Применение других норм азотных удобрений также было достоверно выше контроля, но ниже варианта N₆₀₊₆₀. Доля действия фактора А было наиболее значимой и составила 46,3%.

Средняя урожайность зерна пшеницы по фактору В (внекорневая обработка препаратами) была незначительной: по вариантам она изменялась в диапазоне от 28,32 ц/га (контроль) до 30,73 ц/га (вариант С-5). Прибавка урожая зерна составила 1,92 ц/га по варианту В-3 и 2,41 ц/га по варианту В-5. Доля влияния фактора В составила всего 0,5%.

Наконец, варьирование средней величины урожайности по фактору С (год) составило в опыте от 24,80 ц/га до 34,41 ц/га. Математические подсчеты показывают, что в 2016 и 2017 гг. урожайность находилась на одном уровне (32,96–34,41 ц/га). Доля действия погодных условий года была 6,9%.

Таблица 31 – Урожайность зерна озимой твердой пшеницы при разном уровне азотного питания и обработки растений органо-минеральными препаратами, ц/га

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (Фактор С)			Средне по фактору А	Среднее по фактору В
		2016	2017	2018		
N ₀	В-0 Без обработки	18,3	17,6	11,2	16,08	28,32
	B ₁	18,5	17,8	11,5	23,43	28,95
	B ₂	18,3	17,7	11,4	31,81	29,19
	B ₃	18,7	18,5	11,9	46,53	30,24
	B ₄	18,5	17,9	11,5		29,35
	B ₅	18,9	19,1	12,2		30,73
N ₂₀₊₂₀	В-0 Без обработки	24,5	23,2	18,2		
	B ₁	25,3	24,5	19,2		
	B ₂	25,9	24,9	19,7		
	B ₃	26,2	25,4	20,4		
	B ₄	25,7	24,7	20,1		
	B ₅	26,9	26,2	20,9		
N ₄₀₊₄₀	В-0 Без обработки	33,5	31,4	26,4		
	B ₁	33,7	31,5	27,1		
	B ₂	34,2	31,9	27,3		
	B ₃	36,5	33,5	29,5		
	B ₄	34,8	32,4	27,7		
	B ₅	37,1	34,2	29,8		
N ₆₀₊₆₀	В-0 Без обработки	51,6	49,7	31,3		
	B ₁	52,3	50,5	35,6		
	B ₂	52,7	50,4	35,9		
	B ₃	53,5	52,1	36,7		
	B ₄	52,6	50,8	35,5		
	B ₅	53,9	52,7	36,9		
	Среднее по фактору С	34,41	32,96	24,80		

Примечание: НСР₀₅ фактор А=2,33ц/га; НСР₀₅ фактор В=1,23ц/га; НСР₀₅ фактор С=3,23 ц/га; НСР₀₅ взаимодействие АВ=2,37ц/га; НСР₀₅ взаимодействие АС=2,66ц/га; НСР₀₅ взаимодействие ВС=4,77ц/га; НСР₀₅ взаимодействие АВС=5,12 ц/га

Минимальный в опыте сбор зерна озимой твердой пшеницы был зафиксирован в 2018 году на контрольном варианте – 11,2 ц/га, а наибольший – 53,9 ц/га при внесении N₆₀₊₆₀ и одновременного применения органо-минеральных препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С в рекомендуемые изготовителем сроки и нормы (вариант В₅).

Таким образом, полученные данные подтверждают целесообразность внесения азотных удобрений в различные по погодным условиям годы, и основное внимание при выращивании озимой твердой пшеницы в условиях Нижнего предгорного района Крыма должно быть ориентировано именно на их использование. В среднем, внесение N_{60+60} способствует получению 46,53 ц/га зерна и положительно влияет на структуру урожая культуры.

Выявлено положительное действие органо-минеральных удобрений по вариантам с опрыскиванием растений препаратами Флора-С в фазу кущения и Фитоп-Флора-С в фазу колошения, а также Флора-С в фазу кущения + Фитоп-Флора-С в фазу колошения + Флора-С в фазу молочной спелости зерна, на урожайность *Triticum durum*. Прибавка урожая зерна составила в этом случае 1,92 и 2,41 ц/га.

5.3 Влияние условий года, доз азотного минерального удобрения и препаратов на основе гуминовых кислот на качество зерна озимой твердой пшеницы

Немаловажное практическое значение имеет способность пшеницы усиливать накопление белка в зерне под влиянием азотных удобрений и внекорневой обработки препаратами на основе гуминовых веществ.

В наших опытах на черноземах южных мицеллярно-карбонатных применение азота сопровождалось повышением содержания белка по вариантам с внесением удобрений N_{20+20} , N_{40+40} , N_{60+60} в среднем до 11,2; 13,9 и 15,7% соответственно (без азота 10,7%) (таблица 31). Важно отметить, что каждое такое повышение было математически доказуемым. Отсюда следует, что для получения зерна определенной белковости твердая пшеница требует обязательного внесения азота, а в условиях Нижнего предгорного района Крыма уровень азотного питания N_{60+60} нужно считать оптимальным в отношении способности повышать содержание белка.

Таблица 32 – Влияние доз минеральных удобрений и обработки растений препаратами на основе гуминовых кислот на содержание белка в зерне, %

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (Фактор С)			Средне по фактору А	Среднее по фактору В
		2016	2017	2018		
N ₀	В-0 Без обработки	9,4	10,7	10,9	10,7	12,5
	B ₁	9,9	10,5	11,0	11,2	12,6
	B ₂	10,3	11,4	11,5	13,9	13,2
	B ₃	10,1	11,3	11,5	15,7	13,2
	B ₄	9,7	10,8	10,9		12,6
	B ₅	10,3	11,7	11,8		13,5
N ₂₀₊₂₀	В-0 Без обработки	9,5	11,6	11,3		
	B ₁	9,7	11,5	11,5		
	B ₂	10,9	12,3	11,9		
	B ₃	10,2	12,1	11,7		
	B ₄	9,7	11,7	11,3		
	B ₅	10,9	12,5	12,1		
N ₄₀₊₄₀	В-0 Без обработки	12,5	13,9	14,1		
	B ₁	12,4	13,9	14,3		
	B ₂	13,5	14,2	14,8		
	B ₃	13,7	14,5	14,8		
	B ₄	12,9	13,9	14,2		
	B ₅	13,5	14,8	14,8		
N ₆₀₊₆₀	В-0 Без обработки	13,9	15,8	16,2		
	B ₁	13,7	15,7	16,5		
	B ₂	14,5	16,3	17,1		
	B ₃	14,7	16,5	17,3		
	B ₄	13,6	15,9	16,3		
	B ₅	14,8	16,7	17,5		
	Среднее по фактору С	11,8	13,3	13,5		

Примечание: НСР₀₅ фактор А=0,14%; НСР₀₅ фактор В=0,10%; НСР₀₅ фактор С=0,11%; НСР₀₅ взаимодействие АВ=0,20%; НСР₀₅ взаимодействие АС=0,24%; НСР₀₅ взаимодействие ВС=0,28%; НСР₀₅ взаимодействие АВС=1,13%

Из контролируемых факторов более значимым был уровень азотного питания (фактор А) – доля действия фактора составила 74,9%, чем применение органо-минеральных препаратов (фактор В) – всего 0,8%.

Положительное влияние внекорневой обработки растений на содержание белка в зерне проявилось по вариантам В₂, В₃ и В₅, что в среднем способствовало увеличению белковости на 0,7; 0,7 и 1,0% выше контроля.

Большинство исследователей сходятся во мнении о зависимости качества зерна пшеницы от погодных условий года [27, 60, 61]. В наших исследованиях это подтвердилось – наибольшие показатели белковости (до 17,5%) были отмечены в засушливом 2018 году, а наименьшие (9,4%) – благоприятном по влагообеспеченности 2016 году. Средние по фактору С также говорят о несомненном влиянии погодных условий на белковость – математическая обработка данных показывает, что показатели за 2018 и 2017 г. имеют достоверное превышение (на 1,7 и 1,5% соответственно), над количеством белка, зафиксированном в 2016 г. Доля влияния условий года (фактор С) составил 19,3%, а взаимодействия уровня азотного питания и условий года (факторы АС) – 3,2%. Доли взаимодействия других факторов и их тройного взаимодействия была незначительной и не превысила 1%.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что стекловидность зерна озимой твердой пшеницы при действии различных доз азотных удобрений и органо-минеральных препаратов также подвержена изменениям (таблица 32).

Самый высокий показатель стекловидности – 91,7% был отмечен в 2016 году при использовании N_{60+60} по варианту с опрыскиванием органо-минеральными удобрениями Флора-С и Фитоп-Флора-С (B_5).

Согласно ГОСТ 9353-2016, для I класса твердой пшеницы показатель стекловидности зерна должен быть не менее 85%. Такой результат удалось достичь только в 2016 г. при внесении N_{40+40} и обработкой препаратами по вариантам В-3 и В-5, а также с дозой внесения N_{60+60} по всем вариантам с препаратами, и только это зерно можно отнести к группе ценных по качеству, и рекомендовать для улучшения муки из других сортов пшеницы.

Средние по фактору А (уровень азотного питания), показывают, что степень обеспеченности растений минеральным азотом значительно влияет на показатель стекловидности, а оптимальным является внесение N_{60+60} , что в среднем позволяет получить зерно со стекловидностью 85,1%. Подсчитано, что доля влияния этого фактора составила в опыте 89,7%.

Таблица 33 – Влияние доз минеральных удобрений и обработки растений препаратами на основе гуминовых кислот на стекловидность зерна, %

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (Фактор С)			Средне по фактору А	Среднее по фактору В
		2016	2017	2018		
N ₀	В-0 Без обработки	53,0	61,0	50,0	56,4	69,7
	B ₁	53,5	61,2	50,5	65,3	70,2
	B ₂	57,7	62,9	52,1	78,7	72,1
	B ₃	57,9	62,7	52,9	85,1	72,7
	B ₄	53,5	61,7	50,7		70,4
	B ₅	58,3	62,5	53,1		73,3
N ₂₀₊₂₀	В-0 Без обработки	65,3	65,7	61,7		
	B ₁	65,3	65,5	61,9		
	B ₂	67,5	67,8	62,8		
	B ₃	67,9	68,5	63,1		
	B ₄	65,7	65,7	61,7		
	B ₅	68,1	68,9	63,5		
N ₄₀₊₄₀	В-0 Без обработки	80,0	74,7	74,3		
	B ₁	83,7	74,8	74,5		
	B ₂	84,1	77,0	75,5		
	B ₃	87,2	77,4	75,9		
	B ₄	84,5	74,9	74,7		
	B ₅	89,7	78,3	76,2		
N ₆₀₊₆₀	В-0 Без обработки	88,0	80,3	82,3		
	B ₁	88,2	80,7	82,5		
	B ₂	90,5	82,8	84,1		
	B ₃	91,4	83,1	84,7		
	B ₄	88,9	80,9	82,9		
	B ₅	91,7	83,9	84,9		
	Среднее по фактору С	74,2	71,7	68,1		

Примечание: НСР₀₅ фактор А=1,1%; НСР₀₅ фактор В=1,23%; НСР₀₅ фактор С=0,87%; НСР₀₅ взаимодействие АВ=2,45%; НСР₀₅ взаимодействие АС=1,73%; НСР₀₅ взаимодействие ВС=2,12%; НСР₀₅ взаимодействие АВС=4,14%

Средние по фактору В дают возможность выделить наиболее эффективные варианты – В₂, В₃ и В₅, благодаря чему стекловидность увеличивается на 2,4; 3,0 и 3,6% относительно контроля. В то же время стоит отметить, что такое зерно, согласно ГОСТ 9353-2016, можно отнести только III классу (стекловидность зерна не менее 70%). Доля влияния фактора В составила 1,8%.

Многочисленными исследованиями установлено, что стекловидность зерна – признак наследственный, но лабильный под воздействием других факторов, в том числе меняющийся в зависимости от погодно-климатических условий [203-204]. В наших опытах наибольшее среднее значение по фактору С (условия года) было отмечено в 2016 г. – 74,2%, что больше на 2,5 и 6,1% по сравнению с 2017 г. и 2018 г. соответственно. Доля влияния этого фактора составила 3,9%, факторов АС – 2,4%, а влияния тройного взаимодействия факторов (АВС) составила всего 1,0%, доля взаимодействия других факторов была незначительной и не превышала 0,9%.

Еще одним немаловажным показателем качества твердой пшеницы является клейковина. Это основной структурообразующий белок в муке, отвечающий за упругие характеристики теста. Здесь также, как и в случае с белковостью зерна, основную роль сыграли азотные удобрения (таблица 32). Варьирование средней величины этого показателя по вариантам опыта с удобрениями было значительное – от 16,7 (контроль) до 27,6% (N_{60+60}). Доля влияния фактора А (уровень азотного питания) составил 77,5%.

Применение органо-минеральных препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С не влияло на содержание клейковины в зерне, средние данные по фактору В находились в пределах ошибки опыта, а доля влияния составила всего 1,5%.

Доля фактора С (условия года) составила 16,5%. Наибольшее содержание сырой клейковины было отмечено в 2016 и 2017 гг. – 30,3 и 30,1%, при $НСР_{05}=0,97\%$, и такое зерно следует отнести к I классу. В 2018 г. количество клейковины было значительно снижено и составило 24,9%. Мы предполагаем, что длительная засуха оказала ингибирующее действие как на особенности белкового синтеза, так и содержание клейковины в зерне.

Необходимо добавить, что доли влияния других факторов были незначительны: АВ=1,3%, АС=0,9%, ВС=0,2%, АВС=2,1%.

Таблица 34 – Влияние доз минеральных удобрений и обработки растений препаратами на основе гуминовых кислот на количество сырой клейковины в зерне, %

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (Фактор С)			Средне по фактору А	Среднее по фактору В
		2016	2017	2018		
N ₀	В ₀ - Без обработки	17,9	16,7	14,3	16,7	21,0
	В ₁	17,9	16,9	14,5	19,0	21,3
	В ₂	18,5	17,3	14,9	23,2	21,7
	В ₃	18,7	17,5	15,1	27,6	22,1
	В ₄	18,0	16,8	14,4		21,2
	В ₅	18,8	17,9	15,5		22,5
N ₂₀₊₂₀	В ₀ - Без обработки	19,1	18,9	17,5		
	В ₁	19,2	19,1	17,8		
	В ₂	19,5	19,5	18,1		
	В ₃	19,7	20,3	18,5		
	В ₄	19,2	19,0	17,6		
	В ₅	20,1	20,7	18,9		
N ₄₀₊₄₀	В ₀ - Без обработки	23,1	23,4	21,1		
	В ₁	23,3	23,5	21,3		
	В ₂	23,9	23,9	21,9		
	В ₃	24,1	24,5	22,3		
	В ₄	23,5	23,7	21,4		
	В ₅	24,5	24,9	22,8		
N ₆₀₊₆₀	В ₀ - Без обработки	28,9	28,6	23,6		
	В ₁	28,9	28,9	23,7		
	В ₂	29,3	29,5	24,1		
	В ₃	29,8	29,9	24,7		
	В ₄	29,1	28,7	23,8		
	В ₅	30,3	30,1	24,9		
	Среднее по фактору С	22,7	22,5	19,7		

Примечание: НСР₀₅ фактор А=1,30%; НСР₀₅ фактор В=1,63%; НСР₀₅ фактор С=0,97%; НСР₀₅ взаимодействие АВ=3,15%; НСР₀₅ взаимодействие АС=1,23%; НСР₀₅ взаимодействие ВС=2,01%; НСР₀₅ взаимодействие АВС=3,14%

Применение препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С не влияло на содержание клейковины в зерне, средние данные по фактору В находились в пределах ошибки опыта, а доля влияния составила всего 1,5%.

Доля фактора С (условия года) составила 16,5%. Наибольшее содержание сырой клейковины было отмечено в 2016 и 2017 гг. – 30,3 и 30,1%, при НСР₀₅=0,97%, и такое зерно следует отнести к I классу. В 2018 г. количество клейковины было значительно снижено и составило 24,9%. Мы

предполагаем, что длительная засуха оказала ингибирующее действие как на особенности белкового синтеза, так и содержание клейковины в зерне.

Необходимо добавить, что доли влияния других факторов были незначительны: АВ=1,3%, АС=0,9%, ВС=0,2%, АВС=2,1%.

Натурная масса – еще один важный показатель качества зерна, величина которого зависит от сорта и условий выращивания [27]. Кроме того, на натурную массу зерна влияют его размеры (масса 1000 семян).

Варьирование показателя натурности в зависимости от изучаемых факторов составило от 730,5 на контрольном варианте без внесения азота и без обработки препаратами в 2018 г. до 831,6 г/л при уровне минерального питания N_{60+60} по варианту В₅ в 2016 г. (таблица 34).

Азотные удобрения оказали существенное влияние на натурную массу зерна, доля влияния фактора А была наибольшей среди факторов и составила 67,5%, а наибольший средний показатель этого параметра был зафиксирован по варианту N_{60+60} – 818,7 г/л. Ограничительная норма по показателю натурной массы для зерна твердой пшеницы I класса составляет 770 г/л. Таким образом, для получения высоконатурного зерна в условиях Предгорно-степной зоны Крыма, необходимо внесение не менее N_{40+40} .

Доля влияния фактора В в этом опыте составила 3,5%. Наибольшие средние показатели натурности при обработке препаратами были получены по вариантам В₂, В₃, В₅ – 779,0; 779,9 и 780,4 г/л, что выше контроля на 3,3; 4,2 и 4,7 г/л соответственно.

Доля влияния фактора С (условия года) была на уровне 18,5%. При этом средние показатели по этому фактору варьировали в пределах 772,7–784,3 г/л, что позволяет отнести такое зерно к I классу. Доли других факторов в опыте составили: АВ=2,3%, АС=2,9%, ВС=1,7%, АВС=3,6%.

Таблица 35 – Влияние доз минеральных удобрений и обработки растений препаратами на основе гуминовых кислот на натурную массу зерна, г/л

Уровень азотного питания (фактор А)	Внекорневая обработка (фактор В)	Год (Фактор С)			Средне по фактору А	Среднее по фактору В
		2016	2017	2018		

A)						
N ₀	B ₀ - Без обработки	741,0	758,0	730,5	745,9	775,7
	B ₁	742,5	759,1	730,7	767,6	776,4
	B ₂	749,7	760,0	731,5	779,9	779,0
	B ₃	750,5	761,5	731,8	818,7	779,9
	B ₄	743,5	759,5	730,7		776,8
	B ₅	750,9	761,8	731,9		780,4
N ₂₀₊₂₀	B ₀ - Без обработки	759,5	777,3	759,8		
	B ₁	760,5	778,2	760,2		
	B ₂	763,7	780,1	761,5		
	B ₃	764,5	780,9	761,9		
	B ₄	761,5	779,5	760,7		
	B ₅	764,0	781,2	762,5		
N ₄₀₊₄₀	B ₀ - Без обработки	767,5	792,5	773,3		
	B ₁	767,9	792,9	773,5		
	B ₂	772,5	793,5	775,8		
	B ₃	774,0	794,2	777,2		
	B ₄	769,7	792,5	773,5		
	B ₅	775,5	795,5	777,5		
N ₆₀₊₆₀	B ₀ - Без обработки	825,8	802,8	819,8		
	B ₁	826,5	803,1	821,5		
	B ₂	829,7	804,5	825,3		
	B ₃	830,5	805,7	825,9		
	B ₄	826,4	803,5	820,5		
	B ₅	831,6	806,2	826,7		
	Среднее по фактору С	777,1	784,3	772,7		

Примечание: НСР₀₅ фактор А=5,30г/л; НСР₀₅ фактор В=1,63г/л; НСР₀₅ фактор С=7,97г/л; НСР₀₅ взаимодействие АВ=6,15г/л; НСР₀₅ взаимодействие АС=13,23г/л; НСР₀₅ взаимодействие ВС=12,01г/л; НСР₀₅ взаимодействие АВС=18,14г/л

Таким образом, внесение N₆₀₊₆₀ позволяет получить зерно *Triticum durum* с содержанием белка 15,7%, сырой клейковины – 27,6%, с натурой 818,7 г/л, массой 1000 зерен 42,6 г, что позволяет отнести его к I классу.

Обработка растений препаратами по схеме: Флора-С в фазу кущения + Фитоп-Флора-С в фазу колошения + Флора-С в фазу молочной спелости зерна способствует повышению белковости зерна на 1,0% по сравнению с контролем, достигая отметки 13,5%, что по данному показателю также соответствует зерну I класса.

Применение внекорневой обработки растений органо-минеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С способствует повышению натурной массы зерна на 3,3–4,7 г/л, но не влияет на содержание сырой клейковины.

6. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА В АГРОЦЕНОЗЕ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

6.1 Результаты корреляционного анализа биометрических показателей, элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании внекорневых обработок органоминеральными удобрениями

Результаты корреляционного анализа биометрических показателей, элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании внекорневых обработок органоминеральными удобрениями свидетельствуют о наличии положительных высоких ($r = 0,7-1,0$), заметных ($r = 0,5-0,7$), умеренных ($r = 0,3-0,5$) и слабых ($r = 0,1-0,3$) статистически достоверных ($p < 0,05$) линейных парных коэффициентов корреляции Пирсона [205].

Самое максимальное количество положительных высоких и статистически достоверных коэффициентов корреляции отмечено у показателей количества продуктивных стеблей и стекловидности зерна со всеми изучаемыми биометрическими характеристиками, элементами продуктивности и качественным составом зерна озимой твердой пшеницы (9 пар при $r = 0,7-1,0$) (таблица 35).

Полученные ранее данные дисперсионного анализа, оцененные при помощи критерия наименьших существенных различий ($НСР_{05}$) множественных сравнений, указывают на существование значимого различия в средних для изучаемых показателей по факторам (год, уровень минерального азота и применение органо-минеральных препаратов). Для более детального выявления различий оценивали попарные сравнения изучаемых групп по факторам при помощи консервативного апостериорного критерия Дункана (Duncan's test).

Таблица 36 – Коэффициенты корреляции биометрических показателей, элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании внекорневых обработок органоминеральными удобрениями, отмеченные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$ (полевые опыты, 2016–2018 гг.)

	t/ha	B	K	N/M	Z	n/s	s/m	m 1000	d/k	n/z	S	t/ha
t/ha	1	0,9	1	0,6	0,3	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9	1
B	0,9	1	0,9	0,5	0,3	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
K	1	0,9	1	0,6	0,3	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9	1
N/M	0,6	0,5	0,6	1	0,2	0,7	0,4	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6
Z	0,3	0,3	0,3	0,2	1	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3
n/s	0,8	0,8	0,8	0,7	0,4	1	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8
s/m	0,7	0,7	0,7	0,4	0,5	0,7	1	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
m 1000	0,9	0,9	0,9	0,6	0,4	0,8	0,8	1	0,9	1	0,9	0,9
d/k	0,8	0,9	0,8	0,5	0,6	0,9	0,8	0,9	1	0,9	0,8	0,8
n/z	0,9	0,9	0,9	0,6	0,4	0,8	0,8	1	0,9	1	0,9	0,9
S	0,9	0,9	0,9	0,7	0,3	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	1	0,9
N	8	8	8	2		9	8	8	8	8	9	8

Примечания: t/ha – урожайность; B – массовая доля белка в зерне; K – массовая доля клейковины в зерне; N/M – натурная масса зерна; Z – зимостойкость; n/s – количество продуктивных стеблей на единице площади; s/m – сырая масса растений; m₁₀₀₀ – масса 1000 зерен; d/k – длина колоса; n/z – количество зерен в колосе; S – стекловидность зерна; N – количество значимых высоких коэффициентов корреляций по шкале Чеддока; красным шрифтом здесь и далее выделены статистически достоверные коэффициенты корреляции; желтым фоном выделены достоверные высокие коэффициенты корреляции; серым фоном выделены недостоверные коэффициенты корреляции.

Данные теста свидетельствуют, что урожайность озимой пшеницы 2016–2017 гг. существенно различалась от урожайности 2018 г. (таблица 36, $p = 0,000062$ и $0,000115$ соответственно) и была выше на 8,4–10,3 ц/га; существенно повышалась от увеличения доз минерального азота, которые имели достоверные различия между собой (таблица 37; $p = 0,000055$ – $0,000115$); а также от некоторых внекорневых обработок комплексными органо-минеральными препаратами (таблица 38).

Описательная характеристика статистики по опыту представлена в приложении 6.

Таблица 37 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по урожайности озимой твердой пшеницы по годам (среднее, 2016–2018гг.)

Год	2016 40,30 ц/га	2017 38,4 ц/га	2018 30,0 ц/га
2016	-	0,086	0,000062
2017	0,086	-	0,000115
2018	0,000062	0,000115	-

Примечание: Здесь и далее красным шрифтом выделены достоверные приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана

Таблица 38 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по урожайности озимой твердой пшеницы на разных уровнях азотного питания (среднее, 2016–2018гг.)

Доза азота	N ₀ 18,4 ц/га	N ₂₀₊₂₀ 29,8 ц/га	N ₄₀₊₄₀ 44,4 ц/га	N ₆₀₊₆₀ 52,3 ц/га
N ₀		0,000115	0,000062	0,000055
N ₂₀₊₂₀	0,000115		0,000115	0,000062
N ₄₀₊₄₀	0,000062	0,000115		0,000115
N ₆₀₊₆₀	0,000055	0,000062	0,000115	

Таблица 39 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по урожайности озимой твердой пшеницы в зависимости от внекорневых обработок комплексными органо-минеральными препаратами (среднее, 2016–2018гг.)

Внекорневая обработка	Контроль 28,3 ц/га	Нутривант+ 35,8 ц/га	Атланте 38,6 ц/га	Микрокарт 38,6 ц/га	Аминокат 39,8 ц/га
Контроль		0,000116	0,000055	0,000062	0,000032
Нутривант+	0,000116		0,05	0,045314	0,007380
Атланте	0,000055	0,05		0,97	0,37
Микрокарт	0,000062	0,045314	0,97		0,38
Аминокат	0,000032	0,007380	0,37	0,38	

Следует отметить, что все варианты обработок комплексными органо-минеральными препаратами имели существенные различия только с контролем ($p=0,000116$; $0,000055$; $0,000062$; $0,000032$). При парном сравнении между эффективностью препаратов по урожайности только вариант с обработкой Нутривантом+ имел достоверную разницу в сравнении с подкормками Микрокартом, Аминокатом ($p=0,045314$; $0,007380$) и был на уровне эффективности препарата Атланте (38,6 ц/га, $p=0,05$), существенно не

отличавшейся от эффективности применяемых препаратов Микрокарт (38,6 ц/га, $p=0,97$) и Аминокат (39,8 ц/га, $p=0,37$).

Результаты теста Дункана парного сравнения по массовой доле белка в зерне озимой пшеницы показали достоверную разницу по годам (таблица 39). Максимальная существенная разница по данному показателю выявлена между 2016 и 2018 годами (2%, $p=0,000062$).

Таблица 40 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле белка в зерне озимой твердой пшеницы по годам (среднее, 2016–2018 гг.)

Год	2016 13,5 %	2017 13,2 %	2018 11,5 %
2016		0,036032	0,000062
2017	0,036032		0,000115
2018	0,000062	0,000115	

При разных уровнях питания растений пшеницы озимой массовая доля белка в зерне достоверно отличалась и повышалась на 3,1 и 4,8% в вариантах с применением азотных удобрений в дозах N_{40+40} , N_{60+60} в сравнении с дозой N_0 и на 2,9 и 4,6% в сравнении с дозой N_{20+20} (таблица 40).

Таблица 41 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле белка в зерне озимой твердой пшеницы на разных уровнях азотного питания (среднее, 2016–2018 гг.)

Доза азота	N_0 10,7%	N_{20+20} 10,9 %	N_{40+40} 13,8 %	N_{60+60} 15,5%
N_0		0,23	0,000062	0,000055
N_{20+20}	0,23		0,000115	0,000062
N_{40+40}	0,000062	0,000115		0,000115
N_{60+60}	0,000055	0,000062	0,000115	

В годы исследования разницы в вариантах между дозами N_0 и N_{20+20} по этому показателю не установлено ($p=0,23$). Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле белка в зависимости от внекорневых обработок комплексными органо-минеральными препаратами свидетельствуют о существенной разнице между применением Аминоката и вариантами контроля (0,8%, $p=0,000663$), Атланте (0,7%, $p=0,001220$),

Микрокарта (0,4%, $p=0,045698$) (таблица 41). Внекорневая подкормка Нутривантом существенно не повлияла на долю белка в зерне за годы исследования.

Таблица 42 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле белка в зерне озимой твердой пшеницы в зависимости от внекорневых обработок комплексными органо-минеральными препаратами (среднее, 2016–2018 гг.)

Внекорневая обработка	Контроль 12,4%	Нутривант+ 12,8%	Атланте 12,5%	Микрокарт 12,8%	Аминокат 13,2%
Контроль		0,05	0,78	0,10	0,000663
Нутривант+	0,05		0,08	0,68	0,08
Атланте	0,79	0,08		0,14	0,001220
Микрокарт	0,10	0,67	0,14		0,045698
Аминокат	0,000663	0,09	0,001220	0,045698	

Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле клейковины в зерне озимой твердой пшеницы имели достоверные различия на всех изучаемых уровнях азотного питания (таблица 42; $p = 0,000055$ – $0,000115$), причем значение этого показателя увеличивалось на 2,4; 8,1; 10,9% с повышением доз азота (N_{20+20} , N_{40+40} , N_{60+60}).

Таблица 43 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле клейковины в зерне озимой твердой пшеницы на разных уровнях азотного питания (среднее, 2016–2018 гг.)

Доза азота	N_0 17,8%	N_{20+20} 20,2 %	N_{40+40} 25,9 %	N_{60+60} 28,7%
N_0		0,000115	0,000062	0,000055
N_{20+20}	0,000115		0,000115	0,000062
N_{40+40}	0,000062	0,000115		0,000115
N_{60+60}	0,000055	0,000062	0,000115	

Внекорневые подкормки препаратами существенно различались по данному показателю, как с контролем, так и между собой (кроме эффективности Нутриванта и Атланте) (таблица 43). Применение Аминоката достоверно повысило долю клейковины на 4,1% ($p = 0,000032$); 2,6 ($p=0,000055$); 2,3 ($p=0,000062$); 0,9 ($p=0,026918$) в сравнении с контролем, Нутривантом, Атланте и Микрокартом соответственно.

Таблица 44 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле клейковины в зерне озимой твердой пшеницы в зависимости от внекорневых обработок комплексными органо-минеральными препаратами (среднее, 2016–2018 гг.)

Внекорневая обработка	Контроль 21,0%	Нутривант+ 22,5%	Атланте 22,8%	Микрокарт 24,2%	Аминокат 25,1%
Контроль		0,000405	0,000083	0,000055	0,000032
Нутривант+	0,000405		0,39	0,000089	0,000055
Атланте	0,000083	0,38		0,000474	0,000062
Микрокарт	0,000055	0,000089	0,000474		0,026918
Аминокат	0,000032	0,000055	0,000062	0,026918	

Тест Дункана показал достоверные различия по зимостойкости по всем годам исследования (таблица 44). Максимальным этот показатель (95,0%) был в 2017 году. Применение разных уровней азотного питания имело достоверные парные различия по данному признаку, в варианте с дозой N_{40+40} была достигнута максимальная зимостойкость – 88,3% (таблица 45).

Таблица 45 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по зимостойкости озимой твердой пшеницы по годам

Год	2016 81,6%	2017 95,0%	2018 85,9%
2016		0,000062	0,000115
2017	0,000062		0,000115
2018	0,000115	0,000115	

Таблица 46 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по зимостойкости озимой твердой пшеницы на разных уровнях азотного питания (среднее, 2016–2018 гг.)

Доза азота	N_0 85,2%	N_{20+20} 87,0 %	N_{40+40} 88,3 %	N_{60+60} 87,5%
N_0		0,000209	0,000062	0,000055
N_{20+20}	0,000209		0,002841	0,000062
N_{40+40}	0,000062	0,002841		0,003531
N_{60+60}	0,000055	0,000062	0,003531	

Внекорневая подкормка Аминокартом обеспечила зимостойкость пшеницы озимой на уровне 87,6%, что достоверно отличалось от зимостойкости в контроле (86,6%, $p=0,001674$), при использовании Нутриванта (87,1%, $p=0,025827$), и не имело существенной разницы по

сравнению с подкормкой Атланте (87,8%, $p=0,28$) и Микрокартом (87,6%, $p=0,18$) (таблица 46).

Таблица 47 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по зимостойкости озимой твердой пшеницы в зависимости от внекорневых обработок комплексными органоминеральными препаратами (среднее, 2016–2018 гг.)

Внекорневая обработка	Контроль 86,6%	Нутривант+ 87,1%	Атланте 87,8%	Микрокарт 87,6%	Аминокат 88,8%
Контроль		0,27	0,024765	0,043934	0,001674
Нутривант+	0,27		0,19	0,29	0,025827
Атланте	0,024765	0,19		0,7	0,28
Микрокарт	0,043934	0,29	0,74		0,18
Аминокат	0,001674	0,025827	0,28	0,18	

6.2 Результаты корреляционного анализа биометрических показателей, элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С

Корреляционный анализ элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании внекорневых обработок органоминеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С выявил множество положительных высоких ($r=0,7-1,0$) и слабых ($r=0,1-0,3$) статистически достоверных ($p < 0,05$) линейных парных коэффициентов корреляции Пирсона (таблица 47) [205]. Следует отметить, что в данном опыте за три года исследования урожайность, массовая доля белка и клейковины в зерне, натурная масса и стекловидность зерна имели высокие корреляционные статистически достоверные связи между собой ($r=0,86-0,99$).

По зимостойкости установлена слабая достоверная корреляционная связь с натурной массой зерна ($r = 0,29$) аналогично полученным данным предыдущего опыта, указывая на наличие влияния генотипа и физиологических особенностей растения.

Таблица 48 – Корреляции элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании внекорневых обработок органоминеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С, отмеченные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$ (полевые опыты, 2016–2018 гг.)

	t/ha	B	K	N/M	S	Z
t/ha	1,00	0,96	0,99	0,88	0,91	0,05
B	0,96	1,00	0,98	0,86	0,93	0,09
K	0,99	0,98	1,00	0,88	0,92	0,05
N/M	0,88	0,86	0,88	1,00	0,88	0,29
S	0,91	0,93	0,92	0,88	1,00	0,15
Z	0,05	0,09	0,05	0,29	0,15	1,00
N	4	4	4	4	4	1

Примечания: t/ha – урожайность; B – массовая доля белка в зерне; K – массовая доля клейковины в зерне; N/M – натурная масса зерна; S – стекловидность зерна; Z – зимостойкость; N – количество значимых высоких коэффициентов корреляций по шкале Чеддока; красным шрифтом здесь и далее выделены статистически достоверные коэффициенты корреляции; желтым фоном здесь и далее выделены достоверные высокие коэффициенты корреляции; серым фоном здесь и далее выделены недостоверные коэффициенты корреляции.

Анализ с использованием теста Дункана указывает на достоверные парные различия по урожайности в годы исследования. Из таблицы 48 видно, что максимальным данный показатель был в 2016 году – 33,6 ц/га, что достоверно выше на 2,0 ц/га в сравнении с 2017 г. ($p = 0,004042$) и 9,9 ц/га в сравнении с 2018 г. ($p = 0,000059$).

Таблица 49 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по урожайности озимой твердой пшеницы по годам (среднее, 2016–2018 гг.)

Год	2016 33,6 ц/га	2017 31,6 ц/га	2018 23,7 ц/га
2016		0,004042	0,000059
2017	0,004042		0,000109
2018	0,000059	0,000109	

Аналогично данным предыдущего опыта показано, что увеличение доз минерального азота (N_{20+20} , N_{40+40} , N_{60+60}) достоверно повышало урожайность зерна на 7,5 ($p = 0,000109$); 15,9 ($p = 0,000059$); 30,6 ц/га ($p = 0,000052$) в сравнение с контролем без внесения минерального азота (таблица 49). При внекорневой обработке органоминеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С не обнаружено достоверных парных различий (таблица 50) и

урожайность по вариантам составила 28,9–30,7 ц/га и была в пределах ошибки опыта.

Таблица 50 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по урожайности озимой твердой пшеницы на разных уровнях азотного питания (среднее, 2016–2018 гг.)

Доза азота	N ₀ 15,9 ц/га	N ₂₀₊₂₀ 23,4 ц/га	N ₄₀₊₄₀ 31,8 ц/га	N ₆₀₊₆₀ 46,5 ц/га
N ₀		0,000109	0,000059	0,000052
N ₂₀₊₂₀	0,000109		0,000109	0,000059
N ₄₀₊₄₀	0,000059	0,000109		0,000109
N ₆₀₊₆₀	0,000052	0,000059	0,000109	

Таблица 51 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по урожайности озимой твердой пшеницы в зависимости от внекорневых обработок органо-минеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С (среднее, 2016–2018 гг.)

Внекорневая обработка	B ₁ 28,9ц/га	B ₂ 29,1 ц/га	B ₃ 30,2ц/га	B ₄ 29,3ц/га	B ₅ 30,7ц/га	B ₀ 29,2ц/га
B ₁		0,80	0,24	0,72	0,11	0,79
B ₂	0,80		0,33	0,87	0,16	0,96
B ₃	0,24	0,33		0,36	0,61	0,33
B ₄	0,71	0,88	0,36		0,18	0,91
B ₅	0,11	0,16	0,61	0,18		0,16
B ₀	0,78	0,96	0,33	0,91	0,16	

Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле белка в зерне озимой твердой пшеницы имели достоверные парные различия по годам, максимальная доля белка выявлена в 2016 г. (13,6%), что на 0,3% выше в сравнении с 2017 г. ($p=0,000839$) и на 1,8% – в сравнении с 2018 г. (таблица 51). На разных уровнях питания растений пшеницы озимой массовая доля белка в зерне достоверно отличалась и повышалась при увеличении дозы минерального азота: на 0,5% по фону N₂₀₊₂₀ ($p=0,000127$), 3,2% по фону N₄₀₊₄₀ ($p=0,000059$), 5,0% по фону N₆₀₊₆₀ ($p=0,000052$) в сравнении с контролем без внесения (таблица 52). По внекорневой обработке тест Дункана свидетельствовал о наличии парных различий по некоторым препаратам. Вариант B₅ обеспечил 13,4% массовой доли белка, что достоверно больше на 0,8–0,9% в сравнении с контролем (B₀) и вариантами B₁ и B₄ ($p=0,000052$; 0,000027 и 0,000033 соответственно),

однако по вариантам B_2 и B_3 достоверных различий не выявлено ($p=0,07$; $0,08$) (таблица 53).

Таблица 52 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле белка в зерне озимой твердой пшеницы по годам (среднее, 2016–2018 гг.)

Год	2016 13,6%	2017 13,3%	2018 11,8%
2016		0,000839	0,000059
2017	0,000839		0,000109
2018	0,000059	0,000109	

Таблица 53 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле белка в зерне озимой твердой пшеницы на разных уровнях азотного питания (среднее, 2016–2018 гг.)

Доза азота	N_0 10,7%	N_{20+20} 11,2%	N_{40+40} 13,9%	N_{60+60} 15,7%
N_0		0,000127	0,000059	0,000052
N_{20+20}	0,000127		0,000109	0,000059
N_{40+40}	0,000059	0,000109		0,000109
N_{60+60}	0,000052	0,000059	0,000109	

Таблица 54 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле белка в зерне озимой твердой пшеницы в зависимости от внекорневых обработок органо-минеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С (среднее, 2016–2018 гг.)

Внекорневая обработка	B_1 12,5%	B_2 13,2%	B_3 13,2%	B_4 12,5%	B_5 13,4%	B_0 12,6%
B_1		0,000038	0,000060	0,84	0,000027	0,58
B_2	0,000038		0,84	0,000060	0,08	0,000088
B_3	0,000060	0,84		0,000072	0,07	0,000150
B_4	0,84	0,000060	0,000072		0,000033	0,68
B_5	0,000027	0,08	0,07	0,000033		0,000052
B_0	0,580	0,000088	0,000150	0,68	0,000052	

Результаты анализа с использованием апостериорного критерия по массовой доле клейковины свидетельствуют о достоверной разнице только в 2018 году в сравнении с 2016 (3,2%, $p=0,000062$) и 2017 годом (2,8%, $p=0,000115$) (таблица 54).

Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле клейковины в зерне озимой твердой пшеницы имели

достоверные различия на всех изучаемых уровнях азотного питания аналогично данным предыдущего опыта (таблица 55; $p=0,000052-0,000109$), причем значение этого показателя повышалось на 2,4; 4,7; 11,0% с повышением доз азота (N_{20+20} , N_{40+40} , N_{60+60}).

Эффективность внекорневых подкормок по некоторым вариантам существенно различались по данному показателю между собой (таблица 56). Применение варианта B_5 с препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С достоверно повысило долю клейковины на 0,7–1,2% ($p=0,001054-0,029282$) в сравнении с вариантами B_1 , B_2 , B_4 , и было на уровне применения варианта B_3 ($p=0,27$).

Таблица 55 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле клейковины в зерне озимой твердой пшеницы по годам (среднее, 2016–2018 гг.)

Год	2016 22,9 %	2017 22,5%	2018 19,7%
2016		0,067	0,000059
2017	0,067		0,000109
2018	0,000059	0,000109	

Таблица 56 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле клейковины в зерне озимой твердой пшеницы на разных уровнях азотного питания (среднее, 2016–2018 гг.)

Доза азота	N_{20+20} 19,0%	N_{40+40} 21,3 %	N_{60+60} 27,6 %	N_{0+0} 16,6 %
N_0		0,000109	0,000059	0,000109
N_{20+20}	0,000109		0,000109	0,000059
N_{40+40}	0,000059	0,000109		0,000052
N_{60+60}	0,000109	0,000059	0,000052	

Таблица 57 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по массовой доле клейковины в зерне озимой твердой пшеницы в зависимости от внекорневых обработок органо-минеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С (среднее, 2016–2018гг.)

Внекорневая обработка	B ₁ 21,2%	B ₂ 21,7%	B ₃ 22,0%	B ₄ 21,2%	B ₅ 22,4%	B ₀ 21,4%
B ₁		0,20	0,020079	0,96	0,001054	0,70
B ₂	0,21		0,22	0,21	0,029282	0,32
B ₃	0,020079	0,22		0,019959	0,27	0,039031
B ₄	0,96	0,21	0,019959		0,001080	0,72
B ₅	0,001054	0,029282	0,27	0,001080		0,002629
B ₀	0,70	0,32	0,039031	0,72	0,002629	

Приближенные вероятности теста Дункана указывают на достоверные различия по зимостойкости пшеницы озимой по всем годам (таблица 55). Максимальным этот показатель (91,8%) был в 2017 году аналогично данным предыдущего полевого опыта. Применение разных уровней азотного питания и внекорневых обработок органо-минеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С не имело достоверных парных различий по данному признаку (таблицы 57–59).

Таблица 58 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по зимостойкости озимой твердой пшеницы по годам (2016–2018 гг.)

Год	2016 84,0 %	2017 91,8%	2018 87,3%
2016		0,000059	0,014118
2017	0,000059		0,001573
2018	0,014118	0,001573	

Таблица 59 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по зимостойкости озимой твердой пшеницы на разных уровнях азотного питания (среднее, 2016–2018гг.)

Доза азота	N ₀ %	N ₂₀₊₂₀ %	N ₄₀₊₄₀ %	N ₆₀₊₆₀ %
N ₀		0,44	0,30	0,4
N ₂₀₊₂₀	0,44		0,74	0,94
N ₄₀₊₄₀	0,30	0,74		0,71
N ₆₀₊₆₀	0,45	0,94	0,71	

Таблица 60 – Приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана по зимостойкости озимой твердой пшеницы в зависимости от внекорневых обработок органо-минеральными препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С (среднее, 2016–2018 гг.)

Внекорневая обработка	B ₁ 87,2%	B ₂ 87,8%	B ₃ 88,1%	B ₄ 87,5%	B ₅ 88,4%	B ₀ 88,1%
B ₁		0,77	0,69	0,87	0,81	0,68
B ₂	0,77		0,89	0,88	0,95	0,88
B ₃	0,69	0,89		0,79	0,85	0,98
B ₄	0,87	0,88	0,79		0,93	0,78
B ₅	0,81	0,94	0,85	0,93		0,84
B ₀	0,67	0,89	0,98	0,79	0,84	

Таким образом, показано наличие положительных высоких ($r = 0,7-1,0$) статистически достоверных ($p < 0,05$) линейных парных коэффициентов корреляции Пирсона биометрических показателей, элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании внекорневых обработок органоминеральными удобрениями в полевых опытах. Отсутствие корреляционных связей данных показателей с зимостойкостью может свидетельствовать о влиянии генотипа сорта, физиологических особенностей пшеницы озимой и почвенно-климатических условий.

Установлены приближенные вероятности для апостериорного критерия Дункана и оценены парные сравнения по урожайности озимой твердой пшеницы, массовой доли белка и клейковины в зерне, зимостойкости при влиянии климатических условий года, доз минеральных азотных удобрений и внекорневых обработок органо-минеральными препаратами.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ОЗИМОЙ ТЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

Экономическая эффективность выращивания озимой твердой пшеницы в значительной степени определяется конкурентоспособностью производимой продукции. Последняя, в первую очередь, зависит от подбора сортов культуры, которые должны быть в достаточной степени адаптированными к условиям произрастания, так как это позволяет при соответствующей технологии получать максимально возможные по величине и качеству урожаи зерна.

Проведенный нами экономический анализ влияния уровней азотного питания и внекорневых обработок озимой твердой пшеницы органо-минеральными препаратами показал, что ее выращивание без внесения азотных удобрений является убыточным. Отсутствие азотных удобрений приводит к тому, что твердая озимая пшеница даже по предшественнику занятый пар, формирует очень низкий уровень урожайности зерна, качество которого не удовлетворяет требованиям крупяной и макаронной промышленности.

При внесении достаточного количества азотных удобрений, в дозах, которые не лимитируют формирование высоких по величине и качеству урожаев, производство зерна озимой твердой пшеницы обеспечивает получение определенной прибыли.

Важным показателем эффективности применения удобрений является уровень рентабельности. Считается, что для обеспечения производства уровень рентабельности должен до 30% [206].

Таблице 60 представлены результаты исследований экономической эффективности возделывания озимой твердой пшеницы с применением различных доз азотного питания и внекорневых подкормок органо-минеральными удобрениями. Расчет экономической эффективности производился на основании среднесезонных цен 2016–2018 года.

Таблица – 61 Показатели экономической эффективности выращивания озимой твердой пшеницы Амазонка при разном уровне азотного питания и использования внекорневых подкормок органоминеральными препаратами

Уровень азотного питания	Внекорневая обработка	Урожайность т/га	Денежная выручка с 1 га, руб.	Затраты труда на 1 га, чел.-ч	Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 т, руб.	Прибыль на 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
N ₀	Контроль	1,60	16000	11,6	1,9	26400	16500	-10400	-39,4
	Нутривант+	1,99	19900	11,9	2,2	27200	13669	-7300	-26,8
	Атланте	1,89	18900	11,9	2,2	27350	14470	-8450	-30,9
	Микрокарт	1,81	18100	11,9	2,2	27600	15248	-9500	-34,4
	Аминокат	1,95	19500	11,9	2,2	27300	14000	-7800	-28,5
N ₂₀₊₂₀	Контроль	2,20	22000	12,5	2,3	27190	12359	-5190	-19,1
	Нутривант+	2,88	28800	12,5	2,5	28090	9753	-710	-2,50
	Атланте	3,33	33300	13,1	2,5	27950	8393	5350	19,2
	Микрокарт	3,01	30100	13,1	2,5	28390	9432	1710	6,02
	Аминокат	3,48	34800	13,1	2,5	28090	8072	6710	23,8
N ₄₀₊₄₀	Контроль	3,03	33330	13,7	2,5	27980	9234	5350	19,2
	Нутривант+	4,45	53400	13,9	2,8	38890	8739	14510	37,3
	Атланте	4,79	57480	13,9	2,8	38930	8127	18550	47,6
	Микрокарт	5,06	60720	13,9	2,8	39180	7743	21540	54,9
	Аминокат	4,91	58920	13,9	2,8	38880	7919	20040	54,5
N ₆₀₊₆₀	Контроль	4,52	54240	14,7	2,9	38780	8580	15460	39,8
	Нутривант+	5,02	60240	14,9	3,3	39680	7905	20560	51,9
	Атланте	5,45	65400	14,9	3,3	39730	7290	25670	64,6
	Микрокарт	5,56	66720	14,9	3,3	39980	7190	26740	66,8
	Аминокат	5,60	67200	14,9	3,3	39680	7086	27520	69,3

На основании данных технологических карт нами был произведен расчет экономической эффективности производства зерна озимой твердой пшеницы. В систему показателей по оценке экономической эффективности производства входили традиционные показатели: урожайность, цена единицы продукции, денежная выручка с 1 га, затраты труда на единицу площади и продукции, производственные затраты, себестоимость единицы продукции, прибыль и уровень рентабельности производства культуры

Все изучаемые в опыте расчетные дозы азотных удобрений повышали показатели экономической эффективности относительно контроля. На вариантах с уровнем азотного питания N_0 показатель производственные затраты превышал показатель денежная выручка с 1 га, руб на 65%. На вариантах с применением внекорневых обработок препаратами Нутривант+ и Аминокат разница между этими показателями снижалась до 36,6 – 40,0 %. Уровень рентабельности варианта без внесения азотных удобрений отрицательный и составил -34,9%. Использование внекорневых обработок препаратами Атланте, Нутривант+ и Аминокат позволило увеличить денежную выручку на 2900 – 3900 руб., по сравнению с контролем.

Анализируя уровень рентабельности озимой твердой пшеницы, возделываемой на уровне азотного питания N_{20+20} отмечены отрицательные показатели на контрольном варианте (-19,1%) и вариантах с применением внекорневых обработок препаратами Нутриван+ (-2,5%). При этом применение внекорневых обработок препаратами Атланте и Аминокат позволило получить прибыль 5350–6170 руб./га, при увеличении производственных затрат на 2,79 – 3,27%, затрат труда 8,69% и снижения себестоимости 1 тонны зерна на 3966 руб. и 4287 руб. соответственно.

Самые высокие экономические показатели в опыте были отмечены на варианте с уровнем азотного питания N_{60+60} совместно с применением внекорневых обработок препаратами Микрокарт и Аминокат, что обеспечило получение денежной выручки 66720–67200 руб./га, при уровне рентабельности 66,8–69,3 %, что на 27,0–29,5% выше показателей

контрольного варианта (без применений внекорневых обработок) и на 71,3% выше контрольного варианта N_0 (без внесения азотных удобрений).

Таким образом, на черноземе обыкновенном мицелярно-карбонатном наиболее экономически эффективно внесение азотных удобрений в дозе N_{60+60} совместно с внекорневыми обработками органоминеральными препаратами Микрокарт и Аминокат.

Показатели экономической эффективности выращивания озимой твердой пшеницы с применением различных доз азотных удобрений и препаратов на основе гуминовых кислот Флора-С и Фитоп-Флора-С показали, что при урожайности 1,57–3,11 т/га изучаемые нами агротехнологические приемы были убыточными, уровень рентабельности на этих вариантах составил от -1,36 до -41,8 %, а затраты на выращивание превышали денежную выручку на 1,37 – 67,7% соответственно (таблица 61).

Высокие экономические показатели озимая твердая пшеница сформировала лишь на уровне азотного питания N_{60+60} , при этом денежная выручка составила 55320 руб/га, прибыль 14030 руб/га, уровень рентабельности 36,7%. Использование препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С по вариантам опыта увеличивало производственные затраты по на 570 – 1170 руб./га, при несущественном увеличении уровня рентабельности производства на 0,9 – 1,0%. Лучшие экономические показатели были получены в варианте B_5 – прибыль с 1 га составила 17410 руб, при уровне рентабельности 43,6%.

Таблица – 62 Показатели экономической эффективности выращивания озимой твердой пшеницы Амазонка при разном уровне азотного питания и опрыскивания препаратами на основе гуминовых кислот Флора-С и ФитоП-Флора-С

Уровень азотного питания	Внекорневая обработка	Урожайность т/га	Денежная выручка с 1 га, руб.	Затраты труда на 1 га, чел.-ч	Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 т, руб.	Прибыль на 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
N ₀	B ₀	1,57	15700	11,6	1,9	26400	16815	-10700	-40,58
	B ₁	1,59	15900	11,9	2,2	26500	16666	-10600	-40,0
	B ₃	1,58	15800	11,9	2,2	26750	16930	-10950	-40,9
	B ₄	1,54	15400	11,9	2,2	26500	16159	-11100	-41,8
	B ₅	1,60	16000	12,1	2,4	26940	16838	-10940	-40,6
N ₂₀₊₂₀	B ₀	1,67	16700	12,3	2,3	27190	16281	-10490	-38,5
	B ₁	2,20	22000	12,5	2,5	37690	17131	-15690	-41,6
	B ₃	2,30	23000	13,1	2,5	37780	16426	-14780	-39,1
	B ₄	2,35	23500	12,5	2,5	37690	16038	-14190	-37,0
	B ₅	2,47	24700	13,5	2,7	37960	15368	-13260	-34,0
N ₄₀₊₄₀	B ₀	3,04	36480	13,7	2,8	37980	12493	-1500	-12,0
	B ₁	3,08	36960	13,9	2,8	37470	12165	-510	-1,36
	B ₃	3,11	37320	14,3	2,9	38020	12225	-700	-1,84
	B ₄	3,37	40440	13,9	2,8	37470	11118	2970	7,92
	B ₅	4,52	54240	14,3	2,9	38210	8454	14030	36,7
N ₆₀₊₆₀	B ₀	4,61	55320	14,7	2,9	38780	8412	16540	42,6
	B ₁	4,63	55560	14,9	3,3	39350	8498	16210	41,2
	B ₃	4,74	56880	15,2	3,5	39780	8393	17100	43,5
	B ₄	4,63	55560	14,9	3,3	39350	8499	16210	41,2
	B ₅	4,78	57360	15,2	3,5	39950	8358	17410	43,6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Используя несколько методик оценки сортов, нами выделены три наиболее эффективных сорта – Амазонка, Алый парус и Аксинит. Данные сорта на природном фоне сочетают в себе экологическую пластичность ($b_i=1,10$, $b_i=1,16$ и $b_i=1,16$) и стабильность ($\sigma_{dr}^2=0,07$, $\sigma_{dr}^2=0,05$, $\sigma_{dr}^2=0,05$ соответственно) и формируют урожайность 15,9–16,2 ц/га. При использовании минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ их урожайность значительно увеличивается и составляет в среднем 42,5–43,1 ц/га, при этом сорт Амазонка следует отнести к наиболее пластичным и стабильным ($b_i=1,07$; $\sigma_{dr}^2=1,74$; $Hom=11,45$).

2. Установлено первостепенное значение для технологии выращивания озимой твердой пшеницы азотных удобрений. По результатам двух опытов определено, что в среднем, внесение N_{60+60} способствует получению 42,2 ц/га зерна с содержанием белка 15,3 %, клейковины – 26,9 %, стекловидностью 83,5%, натурной массой зерна – 849,5 г/л. Согласно нормативным документам, такое зерно следует отнести по качеству к I классу и считается особо ценным.

3. В повышении урожайности и качества зерна озимой твердой пшеницы органоминеральные препараты играют второстепенную роль. Определена эффективность органоминеральных удобрений Аминокат, Микрокарт и Атланте, двукратное опрыскивание растений которыми, позволило получить прибавку урожая зерна 10,23–11,47 ц/га с высокими показателями качества зерна (стекловидность – 69,6–71,7 %, белковость – 12,52–13,20 %, натурная масса – 790,8–801,2 г/л, содержание клейковины – 22,85–25,12%). Такое зерно по натуре соответствует I классу, по стекловидности – III-IV классу, по содержанию белка – II классу, по клейковине – II-III классу.

4. Выявлено положительное действие удобрений на основе гуминовых кислот по вариантам с опрыскиванием растений препаратами Флора-С в фазу кущения и Фитоп-Флора-С в фазу колошения, а также

Флора-С в фазу кущения + Фитоп-Флора-С в фазу колошения + Флора-С в фазу молочной спелости зерна, на урожайность и качество зерна *Triticum durum*. Прибавка урожая зерна составила в этом случае 1,92 и 2,41 ц/га. Под действием данных препаратов увеличивалось белковость зерна на 0,7 и 1,0%, стекловидность – на 3,0 и 3,6%, сырой клейковины – на 1,1 и 1,5%, натурная масса – 3,3 и 4,7 г/л соответственно, по сравнению с контролем. Использование препаратов Флора-С и Фитоп-Флора-С способствует получению зерна твердой пшеницы, относящегося к I классу по содержанию белка и натуре, к III классу по стекловидности и сырой клейковине.

5. Показано наличие положительных высоких ($r = 0,7-1,0$) статистически достоверных ($p < 0,05$) линейных парных коэффициентов корреляции Пирсона биометрических показателей, элементов продуктивности и качества зерна озимой твердой пшеницы при различных уровнях азотного питания и использовании внекорневых обработок органоминеральными удобрениями в полевых опытах, которые подтверждают значимые различия ($НСР_{05}$) множественных сравнений средних данных показателей по факторам (год, уровень минерального азота и применение органо-минеральных препаратов) на уровне консервативного апостериорного критерия Дункана (Duncan's test).

6. Выращивание озимой твердой пшеницы без внесения азотных удобрений убыточно. Наибольший уровень рентабельности был отмечен по варианту N_{60+60} от 39,8 до 42,6%. Наиболее экономически эффективно использовать препараты Аминокат и Микрокарт, уровень рентабельности при этом составляет 69,3; 66,8%, а прибыль 27520 руб./га и 26740 руб./га.

Применение препаратов на основе гуминовых кислот экономически оправдано только при внесении N_{60+60} по все вариантам опыта, уровень рентабельности при этом находится практически на одном уровне 41,2 – 43,6%, а прибыль при этом составляет 16210 – 17410 руб./га.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На основании многолетних полевых исследований в почвенно-климатических условиях Нижнего предгорного района Крыма при выращивании сортов озимой твердой пшеницы выявлены наиболее пластичные сорта – Амазонка, Алый парус и Аксинит.

Рекомендуется выращивать озимую твердую пшеницу при внесении азотных удобрений в дозе N_{60+60} , при которой получена наибольшая урожайность 45,2 ц /га и уровень рентабельности 42,6%

Использование органоминеральных удобрений Аминокат, Атланте и Микрокарт позволяет повысить урожайность зерна озимой твердой пшеницы на 11,48; 10,28 и 10,23 ц/га при рентабельности выращивания 69,3; 64,6; 66,8%.

Применение препаратов на основе гуминовых кислот Флора-С в фазу кущения и Фитоп-Флора-С в фазу колошения, а также Флора-С в фазу кущения + Фитоп-Флора-С в фазу колошения + Флора-С в фазу молочной спелости зерна способствует получению прибавки зерна 1,92 и 2,41 ц/га при рентабельности выращивания 43,5; 43.6%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брежнева Д.Д. Пшеницы мира / Под ред. Д.Д. Брежнева // Л.: Колос. 1976. – 487 с.
2. Pataco I.M., Mourinho M.P., Oliveira K., Santos C., Pelica J., Pais I.P., Ramalho J.C., Leitão A.E., Campos P.S., Lidon F.C., Reboredo F.H., Pessoa M.F. Durum Wheat (*Triticum durum*) biofortification in iron and definition of quality parameters for the industrial production of pasta – A review / I.M Pataco, M.P Mourinho, K. Oliveira, C. Santos, J.Pelica , I.P. Pais, J.C. Ramalho // Emirates Journal of Food and Agriculture. – 2015. – Vol.27. – No. 3. – P. 242–249 DOI:10.9755/ejfa.v27i3.19284
3. Gangola M.P., Ramadoss B.R., Jaiswal S., Chan C., Mollard R., Fabek H., Tulbek, M., Jones P., Sanchez-Hernandez D., Anderson G.H., Chibbar R.N. Faba bean meal, starch or protein fortification of durum wheat pasta differentially influence noodle composition, starch structure and in vitro digestibility / M.P. Gangola, B.R Ramadoss, S. Jaiswal , C. Chan , R. Mollard , H. Fabek // Food Chemistry. – 2021. – Vol. 349. – 129167. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129167
4. Spina A., Dinelli G., Palumbo M., Whittaker A., Cambrea M., Negri L., Bosi S. Evaluation of standard physico-chemical and rheological parameters in predicting bread-making quality of durum wheat (*Triticum turgidum* L. ssp. *Durum* [Desf.] Husn.) / A. Yildirim, O.A. Sonmezoglu, A. Sayaslan, N. Kandemir, S. Gokmen . Molecular // International Journal of Food Science and Technology. – 2021. –DOI:10.1111/ijfs.15018
5. Yildirim A., Sonmezoglu O.A., Sayaslan A., Kandemir N., Gokmen S. Molecular breeding of durum wheat cultivars for pasta quality / A. Yildirim, O.A. Sonmezoglu, A. Sayaslan ,N. Kandemir , S. Gokmen . Molecular breeding of durum wheat cultivars for pasta quality // Quality assurance and safety of Crops & Foods. – 2019. – Vol. 11. – No. 1. – P. 15–21. DOI: 10.3920/QAS2017.1236
6. Твердая пшеница / Агропромышленный портал Оренбургской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.agroportal.su/tverdaya-psenica.html>. Дата доступа: 08.04.2021.

7. Пшеница / Информационно-аналитический портал для крестьянских фермерских хозяйств [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fermer.zol.ru/a/15665/?module=a¶m1=15665>. Дата доступа: 08.04.2021

8. Banach J.K., Majewska K., Zuk-Golaszewska K. Effect of cultivation system on quality changes in durum wheat grain and flour produced in North-Eastern Europe / J.K. Banach, K. Majewska, K. Zuk-Golaszewska // Plos One. – 2021. – Vol. 16. – No.1. – e0236617
DOI: 10.1371/journal.pone.0236617

9. Bozkurt M. Influence of various wheat varieties on the quality of pasta products Dissertation submitted for Consideration High School of Natural and applied sciences from Middle East Technical University. September /M. Bozkurt , 2012. – 90 p.

10. Fred J., Brouns P.H., Vincent A., van Buul J., Shewry P.R. Does wheat make us fat and sick? // Journal of Cereal Science. – 2013. – Vol. 58. – No.2. – P. 209–215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.06.002>

11. Kumar P., Yadava R.K., Gollen B, Kumar S., Verma R.K., Yadav S. Nutritional contents and medicinal properties of wheat: A review // Life Sciences and Medicine Research. – 2011.–Vol. 11. – LSMR-22. P. 1–10.

12. Niyigaba E. Winter Wheat Grain Quality, Zinc and Iron Concentration Affected by a Combined Foliar Spray of Zinc and Iron Fertilizers / E. Niyigaba, A. Twizerimana, I. Mugenzi, W. A. Ngnadong, Yu Ping Ye, B.M. Wu, J.B. Hai // Agronomy. – 2019. – Vol.9. – 250. DOI: 10.3390/agronomy9050250

13. Sall A.T., Chiari T., Legesse W., Kemal S.-A., Ortiz R., Maarten van Ginkel, Bassi F.M. Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.): origin, cultivation and potential expansion in Sub-Saharan Africa / A.T Sall, T. Chiari , W. Legesse, S.-A. Kemal, R. Ortiz, Maarten van Ginkel, F.M. Bassi // Agronomy–Basel. – 2019.– Vol.9.–No.263. DOI:10.3390/agronomy9050263

14. Гончаров С.В., Курашов М.Ю. Перспективы развития российского рынка твердой пшеницы / С.В. Гончаров, М.Ю. Курашов //

Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (57). – С. 66–75. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.66

15. Рюмшин А.В. Приемы формирования высококачественного зерна твердой озимой пшеницы в Крыму. / А.В. Рюмшин // Дисс. ... канд. с.-х. наук. Симферополь: ЮФ «Крымский агротехнологический университет» Национального аграрного университета, 2008. –171 с.

16. Без мучного и сладкого // Российская газета: Экономика Крыма. 2017. – №252 (7418). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2017/11/08/reg-ufo/pochemu-krymskaia-makaronnaia-fabrika-mozhet-ujti-s-molotka.html> Дата доступа: 28.11.2019.

17. Фляксбергер К.А. Пшеницы. / К.А. Фляксбергер // М.–Л: Сельхозгиз, 1938. –295 с.

18. Кириченко Ф. Г. Про озиму тверду пшеницю та деякі особливості її вирощування / Ф.Г. Кириченко // Пшениця на півдні. Одеса.– 1965. –С. 147–157.

19. Наливкин А.А. Твердые пшеницы / А.А. Наливкин // – М., 1953. – 233 с.

20. Минеев В. Г., Павлов А. Н. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы / В.Г. Минеев // – М.: Колос. 1981. – 288 с.

21. Костин В.В., Мудрова А.А., Вдовин Э.Е. Биологические и агротехнические особенности возделывания озимой твердой пшеницы 104 в Краснодарском Крае / В.В. Костин, А.А. Мудрова, Э.Е. Вдовин // Селекция и генетика пшеницы. – 1985. – Краснодар.–С. 29–33.

22. Куркаев В. Т., Лысенко А. В. Сроки внесения азотных удобрений под озимую пшеницу / В.Т. Куркаев, А.В. Лысенко // Сб. науч. тр. Кубанского СХИ. Краснодар.– 1965. Вып. 252 (250). – С. 74–79.

23. Куркаев В. Т., Лысенко А. В. Сроки внесения азотных удобрений под озимую пшеницу / В.Т. Куркаев, А.В. Лысенко // Сб. науч. тр. Кубанского СХИ. Краснодар. –1965. Вып. 252 (250). –С. 74–79.

24. Паламарчук А.И. Селекция сортов озимой твердой пшеницы с высоким адаптивным потенциалом / А.И. Паламарчук // Сб. науч. тр. ВСГИ. Одесса. –1989. С. 43–53.
25. Паламарчук А.И. Врожайність нових сортів твердої озимої пшениці та особливості її реалізації в південно-східній частині України / А.И. Паламарчук // Зб. наук. пр. СГІ. Одеса. –1996. – С. 13–20.
26. Козачков А.М. Урожайность озимой пшеницы по различным парам / А.М. Козачков // Зерновое хозяйство. –2002.– №2. –С. 17–18.
27. Николаев Е.В., Изотов А.М., Тарасенко Б.А. и др. Твердая пшеница в Крыму / Е.В. Николаев, А.М. Изотов, Б.А. Тарасенко и др. – Симферополь: Фактор, 2004. – 136 с.
28. Karakas F.P., Keskin C.N., Agil F., Zencirci N. Profiles of vitamin B and E in wheat grass and grain of einkorn (*Triticum monococcum* spp. *monococcum*), emmer (*Triticum dicoccum* ssp. *dicoccum* Schrank.), durum (*Triticum durum* Desf.), and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars by LC-ESI-MS/MS analysis / F.P. Karakas, C.N. Keskin, F. Agil, N. Zencirci // Journal of Cereal Science. – 2021. – Vol. 98. – 103177. DOI: 10.1016/j.jcs.2021.103177
29. Marais G.F., Fiedler J., Tao H.B., Pirseyedi S., Hegstad J., Ganaparthi V., Liu Y., Bisek B., Li X.H. Homoeology of *Thinopyrum distichum* single-chromosome additions in triticale and wheat / G.F. Marais, J. Fiedler, H.B. Tao, S. Pirseyedi, J. Hegstad, V. Ganaparthi, Y. Liu, B. Bisek, X.H. Li // Crop Science. – 2020. – DOI: 10.1002/csc2.20357
30. Káš M., Mühlbachová G., Kusá H. Winter wheat yields under different soil-climatic conditions in a long-term field trial / M. Káš, G. Mühlbachová, H. Kusá // Plant, Soil and Environment. – 2019. – Vol. 65. – No.1. – P. 27–34. <https://doi.org/10.17221/606/2018-PSE>
31. Ciudad-Mulero M., Cruz Matallana-González M., Jesús Callejo M., Carrillo J.M., Morales P., Fernández-Ruiz V. Durum and Bread wheat flours. Preliminary mineral characterization and Its potential health claims / M. Ciudad-

Mulero, M. Cruz Matallana-González, M. Jesús Callejo, J. M. Carrill, P. Morales, V. Fernández-Ruiz // *Agronomy-Basel*. – 2021. – Vol. 11. – No.1. – 108. DOI: 10.3390/agronomy11010108

32. Богдан П.М., Коновалова И.В., Клыков А.Г. Урожайность и параметры адаптивности сортов мягкой и твердой пшеницы в условиях Приморского края / П.М. Богдан, И.В. Коновалова, А.Г. Клыков // *Дальневосточный аграрный вестник*. – 2018. – №4 (48). – С. 26–32. DOI: 10.24411/1999-6837-2018-14077

33. Fortunato S. Nitrogen metabolism at tillering stage differently affects the grain yield and grain protein content in two Durum Wheat cultivars / S. Fortunato, D. Nigro, A. Paradiso, G. Cucci, G. Lacolla, R. Trani, G. Agrimi, A. Blanco, M. Concetta de Pinto, A. Gadaleta // *Diversity*. – 2019. – Vol.11. – No.10. – 186. DOI:10.3390/d11100186

34. Balotf S. Nitrate reductase, nitrite reductase, glutamine synthetase, and glutamate synthase expression and activity in response to different nitrogen sources in nitrogen-starved wheat seedlings / S. Balotf, G. Kavooosi, B. Kholdebarin // *Biotechnology and Applied Biochemistry*. – 2016. – Vol.63. – No.2. – P. 220–229. DOI: 10.1002/bab.1362

35. Ruisi P., Ingraffia R., Urso V., Giambalvo D., Alfonzo A., Corona O., Settanni L., Frenda A.S. Influence of grain quality, semolinas and baker's yeast on bread made from old landraces and modern genotypes of Sicilian durum wheat / P. Ruisi, Ingraffia R., V. Urso, D. Giambalvo, A. Alfonzo, O. Corona, L. Settanni, A.S. Frenda // *Food Research International*. – 2021. – Vol. 140. – 110029. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.110029

36. Bobryk-Mamczarz A., Kieltyka-Dadasiewicz A., Rachon L. Usefulness of hulled wheats grown in Polish environment for wholegrain pasta-making / A. Bobryk-Mamczarz, A. Kieltyka-Dadasiewicz, L. Rachon // *Foods*. – 2021. – Vol. 10. – No.2. – 458. DOI: 10.3390/foods10020458

37. Чабанюк Я.В., Бровко И.С., Подгурская И.А., Жмур О.В., Никифорова В.М. Урожайность и качество зерна пшеницы твердой яровой

за действия препаратов «бионорма азот» и «бионорма фосфор» / Я.В. Чабанюк, И.С. Бровко, И.А. Подгурская, О.В. Жмур // Наукові доповіді НУБіП України. – 2019. – № 6 (82). – С. 7. DOI: 10.31548/dopovidi2019.06.007

38. Сандакова Г.Н. Роль биотических и абиотических факторов в формировании макаронных свойств твёрдой пшеницы в Оренбургской области / Г.Н. Сандакова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – №1(69). – С. 36–41.

39. Rossini F. Synergistic effect of sulfur and nitrogen in the organic and mineral fertilization of Durum Wheat: grain yield and quality traits in the Mediterranean environment / F. Rossini, M.E. Provenzano, F.Sestili, R. Ruggeri // Agronomy-Basel. – 2018. – Vol. 8. – No.9. – 189. DOI:10.3390/agronomy8090189

40. Witczak T., Galkowska D. Sorption and thermal characteristics of ancient grain pasta of various compositions / T. Witczak, D. Galkowska // LWT-Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 137. – 110433. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110433

41. ГОСТ 9353-2016 Пшеница. Технические условия. Межгосударственный стандарт. М.: Стандартинформ. – 2019. – 11 с.

42. Сычев В.Г., Державин Л.М., Мерзлая Г.Е., Козлова А.В. Интегрированное применение средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях производства зерна / Под ред. В.Г. Сычева. – Москва: ВНИИА, 2016.– 456 с. Сычев В.Г., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Роль азота в интенсификации продукционного процесса сельскохозяйственных культур / В.Г. Сычев, О.А. Соколов, Н.Я. Шмырева // Т.1. «Агрохимические аспекты роли азота в продукционном процессе». Москва: ВНИИА, 2009. –424 с.

43. Сычев В.Г., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Роль азота в интенсификации продукционного процесса сельскохозяйственных культур / В.Г. Сычев, О.А. Соколов, Н.Я. Шмырева // Т.1. «Агрохимические аспекты роли азота в продукционном процессе». Москва: ВНИИА, 2009. –424 с.

44. Plaza-Bonilla D., Lampurlanes J., Fernandez F.G., Cantero-Martinez C. Nitrogen fertilization strategies for improved Mediterranean rainfed wheat and barley performance and water and nitrogen use efficiency / D. Plaza-Bonilla, J. Lampurlanes, F.G. Fernandez, C. Cantero-Martinez // *European Journal of Agronomy*. – 2021. – Vol. 124. – 126238. – DOI: 10.1016/j.eja.2021.126238
45. Федотов В.А., Козлобаев В.В., Цыкалов А.Н. Урожай и качество зерна озимой твердой зерновой пшеницы в зависимости от предшественников и сроков посева / В.А. Федотов, В.В. Козлобаев, А.Н. Цыкалов // Приемы повышения величины и качества урожаев луговых и полевых культур в ЦЧР. – Воронеж, 2002. – С.103–108.
46. Ercoli L. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogensupplyand soil water availability / L. Ercoli, L. Lulli, M.Mariotti, A. Masoni, I. Arduini // *European Journal of Agronomy*. – 2008. – Vol. 28. – No.2. – P. 138–147. DOI: 10.1016/j.eja.2007.06.002
47. Прянишников Д.Н. О влиянии влажности почвы на развитие растений / Д.Н. Прянишников // *Журнал опытной агрономии*. – 1900. – Т. 1. – № 1. – С.3–19.
48. Прянишников Д.Н. Агрохимия / Д.Н. Прянишников // *Сочинения в 4 томах*. – М.: Сельхозгиз, 1952. – Т.2. – 692 с.
49. Апатов В.С., Зубоченко В.Т. Эффективное использование органических и минеральных удобрений в Крымской области / В.С. Апатов, В.Т. Зубоченко // *Культура земледелия и урожай*. – Симферополь: Таврия, 1982, 1982. – С. 65–69.
50. Коломиец Н. Г. Озимая пшеница на орошаемых землях / Н.Г. Коломиец // *Резервы хлебного поля*. – Симферополь, 1974. – С. 23–31.
51. Попова И. М. Удобрение азотом озимой пшеницы на орошаемых темно - каштановых почвах юга УССР / И.М. Попова // *Агрохимия*. – 1970. – № 8. – С. 35–44.
52. Тулин А.С., Гапиенко А.А. Эффективность удобрения озимой пшеницы после кукурузы на силос / А.С. Тулин, А.А. Гапиенко // *Пути*

повышения урожайности сельскохозяйственных культур. – Одесса, 1972. – С. 99–104.

53. Турчин Ф.В. Использование азотных удобрений урожаем и их превращение в почве / Ф.В. Турчин // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. – 1965. – Т. 10. – С. 141–144.

54. Тулин А.С. Некоторые вопросы применения удобрений под полевые культуры / А.С. Тулин // Материалы областной агрономической конференции. – Симферополь: Крым. – 1971. – С. 53–57.

55. Тулин А.С., Андрющенко Н. Р. Удобрение озимой пшеницы при орошении в Крыму / А.С. Тулин // Агрохимия. – 1972. – № 3. – С. 40–50.

56. Бухар И.Е. Пути повышения урожая и качества зерна озимой пшеницы в Молдавии / И.Е. Бухар // Кишинев: Штиинца. – 1983. – 109 с.

57. Авдонин Н.С. Научные основы применения удобрений / Н.С. Авдонин // М.: Колос, 1972. – 319 с.

58. Балябо Н.К. Роль удобрений в получении высоких урожаев основных культур на орошаемых землях новых районов орошения / Н.К. Балябо // Бюллетень ВИУА. – М., 1971. – № 10. – С. 3–10.

59. Никитишен В.И. Питание и удобрение озимой пшеницы на черноземе / В.И. Никитишен // М.: Наука, 1977. – 102 с.

60. Блохин Н.И., Ковбасенко Г.М. Сортовая агротехника и качество зерна озимой пшеницы / Н.И. Блохин, Г.М. Ковбасенко // Селекция и сортовая агротехника зерновых культур. – М.: Колос, 1980. – С.81–86.

61. Кириченко Ф.Г., Гармашов В.Н., Пыльнев В.М. Технология производства озимой твердой пшеницы на Украине и Северном Кавказе / Ф.Г. Кириченко, В.Н. Гармашов, В.М. Пыльнев // М.: МСХ СССР. – 1983. – 27 с.

62. Николаев Е.В., Горобец М.С. Производство зерна сильных пшениц / Е.В. Николаев, М.С. Горобец // Симферополь: Таврия, 1978. – 64 с.

63. Андрющенко Н.Р. Урожай и качество зерна орошаемой озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников на темно-

каштановых почвах Крыма / Н.Р. Андриященко // Приемы повышения качества зерна. – Горький, 1973. – С. 226–267.

64. Мазун А.М., Апатов В.С., Зубоченко В.Т. Влияние удобрений на урожай и качество зерна орошаемой пшеницы на темно- каштановых солонцеватых почвах Крымского Присивашья / А.М. Мазун, В.С. Апатов, В.Т. Зубоченко // Агрохимия. – 1973. – № 2. – С. 71–78.

65. Никитишен В.И. Питание и удобрение озимой пшеницы на черноземе / В.И. Никитишен // М.: Наука, 1977. – 102 с.

66. Николаев Е.В. Основные принципы программирования качества урожая (на примере озимой пшеницы) / Е.В. Николаев // Актуальные проблемы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. – М., 1983. – С. 27–28.

67. Сечняк Л.К. Агротехника выращивания высококачественной пшеницы / Л.К. Сечняк // Симферополь: Крым, 1970. – 51 с.

68. Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанина Т.М. Диагностика минерального питания полевых культур и определение потребности в удобрениях / В.Г. Сычев, С.А. Шафран, Т.М. Духанина // Москва: ВНИИА, 2017. – 220 с.

69. Николаев Е.В., Изотов А.М. Пшеница в Крыму / Е.В. Николаев, А.М. Изотов // Симферополь: Сонат, 2001. – 285 с.

70. Николаев Е.В., Изотов А.М., Тарасенко Б.А. О необходимости адаптирования норм азотных удобрений, вносимых под озимую пшеницу / Е.В. Николаев, А.М. Изотов, Б.А. Тарасенко // Интенсивные технологии возделывания полевых культур. – Харьков: ХСХИ, 1988. – С. 4–10.

71. Николаев Е.В. Качество зерна твердой озимой пшеницы в зависимости от режима и нормы азотных удобрений / Е.В. Николаев, А.М. Изотов, Б.А. Тарасенко, А.Д. Грицай // Вісник ХДАУ. – Харьков, 1999. – С. 25–31.

72. Тарасенко Б.А. Почвенная диагностика нитратов для расчета нормы ранневесенней азотной подкормки озимой пшеницы / Б.А. Тарасенко,

А.М.Изотов, А.Д. Грицай // Научные труды Крымского государственного аграрного университета. – Симферополь, 2000. – Вып. 66. – С. 7–12.

73. Николаев Е.В., Изотов А.М., Тарасенко Б.А. Метод расчета норм азотных удобрений под озимую пшеницу / Е.В. Николаев, А.М.Изотов, Б.А.Тарасенко // Вісник Харк. держ. аграр. ун.-ту. ім. В.В. Докучаєва. – Харків, 1997. – С. 49–54.

74. Деков Д. Влияние на късното листно подхраиване с азот върху добива и качеството на зерното при пшеницата / Д. Деков // Растениеводческие науки. – 1988. – № 7. – С. 17–23.

75. Антонюк В.М., Погребняк В.Г. Применение минеральных удобрений под озимую пшеницу в условиях Крыма / В.М. Антонюк, В.Г. Погребняк // Резервы хлебного поля. - Симферополь: Таврия, 1974. – С. 48–54.

76. Гапиенко А.А. Удобрение озимой пшеницы в орошаемых и неорошаемых условиях юга УССР / А.А. Гапиенко // Лекция. – Одесса, 1976. – 20 с.

77. Осипов А.И., Соколов О.А. Роль азота в плодородии почв и питании растений / А.И. Осипов, О.А. Соколов // С.-П., 2001.– 353 с.

78. Лапушкин В.М., Нестеренко В.А. Формирование урожая и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и обеспеченности почвы подвижным фосфором / В.М. Лапушкин, В.А. Нестеренко // Плодородие. –2019. –№3(108). – С. 19–21. DOI:10.25680/S19948603.2019.108.06

79. Чуб М.П. Отзывчивость озимой пшеницы на удобрения в зависимости от влагообеспеченности южных черноземов Поволжья / М.П.Чуб, В.В. Пронько, Т.М. Ярошенко, Н.Ф. Климова, Д.Ю. Журавлев, Н.И.Никонорова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014.– №3.– С. 3–7.

80. Торигов В.Е. Влияние уровня применения средств химизации на фитосанитарное состояние посевов и урожайность зерна озимой пшеницы в системе плодосменного севооборота / В.Е. Торигов, О.В. Мельникова,

В.В.Мамеев, А.А.Осипов // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019.– № 2 (27). – С. 38–43. DOI: 10.35523/2307-5872-2019-27-2-38-43

81. Пироженко В.В. Эффективность применения азотных удобрений под сорта озимой пшеницы различных периодов селекции / В.В. Пироженко // Плодородие. – 2018. – №4 (103).– С. 24–25. DOI:1025680/S19948603.2018.103.08

82. Tóth B. Effects of different fertilization levels on the concentration of high molecular weight glutenin subunits of two spring, hard red bread wheat cultivars / B. Tóth, van Biljon A., M.J. Moloi, M. Labuschagne // Cereal Chem. 2019. – Vol. 96. –P. 1004–1010. DOI:org/10.1002/cche.10205

83. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В.Г. Сычев // М.: РАН, 2019. –325 с.

84. Salem Alhajj Ali Wheat response to No-tillage and nitrogen fertilization in a long-term faba bean-based Rotation / Salem Alhajj Ali, , L.Verdini, E. Cazzato, G.De Mastro // Agronomy. – 2019.– Vol. 9. – 50; DOI:10.3390/agronomy9020050

85. Журавлев Д.Ю. Влияние минеральных удобрений на качество зерна культур зернопарового севооборота на южных черноземах Поволжья / Д.Ю. Журавлев, Н.Ф. Климова, Т.М. Ярошенко, В.В. Пронько // Материалы Всероссийского координационного совещания научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями «Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013–2020 гг.» (16–17 апреля, 2018 г.). Москва, 2018. – С.86–91.

86. Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь / В.Г. Сычев // М.: ЦИНАО, 2003. –228 с.

87. Созинов А.А., Жемела Г.П. Улучшение качества зерна озимой пшеницы и кукурузы / А.А. Созинов, Г.П. Жемела // М.: Колос, 1983. – 270 с.

88. Созинов А.А., Хохлов А.Н., Попереля Ф.А. Проблемы увеличения белковости зерна / А.А. Созинов, А.Н. Хохлов, Ф.А. Попереля // Проблемы повышения качества зерна. – М.: Колос, 1977. – С. 18–30.
89. Жемела Г.П. Эффективность азотных удобрений при различных способах и сроках применения под озимую пшеницу / Г.П. Жемела // Селекция и сортовая агротехника озимой пшеницы. – М.: Колос, 1979. – С. 286–293.
90. Лаврентович Д.И. Удобрение и качество растениеводческой продукции / Д.И. Лаврентович // К.: Вища школа, 1985. – 134 с.
91. Николаев Е.В. Технология выращивания сильной озимой пшеницы / Е.В. Николаев // Симферополь: Таврия, 1986. – 95 с.
92. Куркина В.М. Биологическая активность и токсичность почвы в посевах озимой пшеницы в связи с агротехническими условиями ее выращивания в Крыму / В.М. Куркина // Формирование животного и микробиологического населения агроценозов. – М.: Агропромиздат, 1982. – С. 115–116.
93. Шафран С.А., Васильев А.И., Андреев С.С. Эффективность азотной подкормки различных сортов озимой пшеницы на черноземе выщелочном / С.А. Шафран, А.И. Васильев, С.С. Андреев // Агрохимия. – 2008. – №2. – С.18–25.
94. Локоть А.Ю. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при длительном применении минеральных удобрений в севообороте на дерново-подзолистой супесчаной почве полесья УССР / А.Ю. Локоть // Автореф. канд. дисс. Москва: ВИУА. 1990. –25 с.
95. Шафран С.А., Сычев В.Г. Регулирование азотного питания культурных растений (К 150-летию со дня рождения Д.Н. Прянишникова)/ С.А. Шафран, В.Г. Сычев // Москва: ВНИИА. – 2015. –156 с.
96. Ниловская Н.Т., Карманенко Н.М. Приемы управления продукционным процессом озимой пшеницы агрохимическими средствами при низких температурных воздействиях и различных погодных условиях

выращивания / Н.Т. Ниловская, Н.М. Карманенко // Москва: ВНИИА, 2009. –120 с.

97. Старикова Д.В. Влияние стимуляторов, биологических препаратов и микроудобрений на урожайность и качество зерна озимой мягкой пшеницы / Старикова Д.В. // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – №98 (04). – С. 1–13.

98. Петриченко В.Н., Логинов С.В. Влияние регуляторов роста растений и микроэлементов на урожайность подсолнечника и масличность семян / В.Н. Петриченко, С.В. Логинов // Аграрная Россия.– 2010. – № 4. – С. 24–26.

99. Мамсиров Н.И., Дагужиева З.Ш. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на продуктивность озимой пшеницы в Адыгее / Н.И. Мамсиров, З.Ш. Дагужиева // Новые технологии. – 2016. – № 2.– С. 117–123.

100. Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Плечов Д.В. Влияние макроэлементов и регуляторов роста на динамику содержания азота, фосфора, калия и серы в растениях озимой пшеницы сорта Бирюза в условиях лесостепи среднего Поволжья / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Д.В. Плечов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 1.– С. 25–32.

101. Demchenko O. Investigation of the resistance of different varieties of buckwheat to infectious diseases after the presowing treatment of seeds and vegetating plants with biological preparations / O. Demchenko, V. Shevchuk, L.Yuzvenko, O. Boyko, L. Babenko, V. Mokrozub, L. Lazarenko, A.Kahnichenko, A. Boyko // Агробіологія. – 2016. – No.1. – С. 57–66.

102. Kytta V., Helenius J., Tuomisto H.L. Carbon footprint and energy use of recycled fertilizers in arable farming / V. Kytta, J. Helenius, H.L. Tuomisto // Journal of Cleaner Production. – 2021. – Vol. 287. – 125063. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125063

103. Фильченков О.А., Слюсаренко В.В., Русинов А.В. Новое органоминеральное удобрение / О.А. Фильченков, В.В. Слюсаренко, А.В. Русинов // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Техногенная и природная безопасность» (19–21 апреля 2017 г.). Саратов: ООО «Амрит». – С.379–382.
104. Кирейчива Л.В., Яшин В.М. Эффективность применения органоминеральных удобрений на основе сапропеля / Л.В. Кирейчива, В.М. Яшин // Агрохимический вестник. – 2015. – №2. – С. 37–40.
105. Тихонович И.А. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений / И.А. Тихонович, А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская, А.П. Кожемяков // Плодородие. – 2011. №3. – С. 9–13.
106. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин // Москва: ВНИИА, 2005. – 302 с.
107. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Эколого-генетические принципы селекции растений на повышение эффективности взаимодействия с микроорганизмами / Н.А. Проворов, И.А. Тихонович // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – №3. – С. 11–25.
108. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых систем / И.А. Тихонович, Н.А. Проворов // Успехи современной биологии. – 2007. – Т. 127. – №4. – С. 339–357.
109. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации / А.А. Завалин, О.А. Соколов, Н.Я. Шмырева // Москва: РАН, 2019. – 252 с.
110. Остапенко А.П., Фалынсков Е.М. Регуляторы роста как биологическая составляющая производственного процесса в земледелии / А.П. Остапенко, Е.М. Фалынсков // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4–3 (14). С. –134–140.

111. Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами /Л.Д. Прусакова, Н.Н. Малеванная, С.Л.Белопухов, В.В. Вакуленко // Агрохимия.– 2005. –№11. –С. 76–86.
112. Вакуленко В.В. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур / В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. –2015.– №3.– С. 43.
113. Синяшин О.Г., Шулаева М.М. Инновационные регуляторы роста в сельскохозяйственном производстве / О.Г. Синяшин, М.М. Шулаева // Плодородие. – 2016.– №5. –С. 38–42.
114. Дядюченко Л.В. Новые регуляторы роста озимой пшеницы / Л.В. Дядюченко // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №112 (08). – С. 288–297.
115. Вакуленко В.В., Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве / В.В. Вакуленко, О.А. Шаповал // Плодородие. –2001.– №2.– С.23–24.
116. Бутузов А.С. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы / А.С. Бутузов // Аграрный вестник Урала. – 2009. –№11 (65). –С. 50–52.
117. Сычев В.Г., Аристархов А.Н. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления / В.Г. Сычев, А.Н. Аристархов, А.Ф.Харитонов, В.П. Толстоусов, Н.К. Ефимова, Н.Н. Бушуев. Москва: ВНИИА, 2009.– 520 с.
118. Анспок П.И. Микроудобрения (Справочная книга) / П.И. Анспок // М.-Л.: Колос, Ленинградское отделение,1978. 272 с.
119. Аристархов А.Н., Шамырканов А.Б. Эколого-агрохимические и технологические аспекты применения нетрадиционных форм микроудобрений на основе комплексонов / А.Н. Аристархов, А.Б. Шамырканов // Юбилейный сборник научных трудов ЦИНАО. М., 1999.– С. 235–260.

120. Афанасьев Р.А., Самогненко А.С., Галицкий В.В. Эффективность некорневых подкормок озимой пшеницы микроэлементами в условиях ЦЧЗ / Р.А. Афанасьев, А.С. Самогненко, В.В. Галицкий // Плодородие. – №4(55). – С. 13–15.

121. Галиченко И.И. Микроудобрение «Фертикс» на озимой пшенице / И.И. Галиченко // Защита и карантин растений. – 2015. – №6. – С. 30.

122. Сирота С.М. Козарь М.М., Тареева М.М. Эффективное микроудобрение для листовых подкормок зерновых культур и рапса ярового Поли-фид 19-19-19+1MgO+ME компании «ХАЙФА КЕМИКАЛЗ ЛТД.» / С.М. Сирота, Е.Г. Козарь, М.М. Тареева, А.Куприянов, И.М. Ибрагимов, Р.Р.Хусаинов, Й.Ронен // Овощи России. – 2018. – № 2 (40). – С. 68–75. DOI:10.18619/2072-9146-2018-2-68-75

123. Дорогавцев С.Ю., Соболев Е.В., Тареева М.М. и др. Влияние листовых подкормок пшеницы озимой микроудобрениями марки Поли-фид на урожайность и качество зерна в условиях Орловской области / С.Ю. Дорогавцев, Е.В. Соболев, М.М. Тареева, А.Ю. Бурцев, А.И. Горбунов, В.С. Романов, Е.Г. Козарь, Й. Ронен, А. Куприянов // Овощи России. – 2019. – №2 (46). – С. 74–79. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-74-79>

124. Вакуленко В.В. Влияние регуляторов роста на урожайность сельскохозяйственных культур в различных зонах России / В.В. Вакуленко // Зерновое хозяйство России. – 2015. – №1. – С. 24–26.

125. Пахомова В.М. Антиоксидантное действие жидкого микроудобрения марки ЖУСС-2 при некорневой обработке яровой пшеницы / В.М. Пахомова, И.А. Гайсин, Е.К. Бунтукова, А.И. Даминова // Доклады РАН. – 2006. – №3. – С. 20–22.

126. Онищенко Л.М. Микроудобрения и их эффективность / Л.М.Онищенко, Х.Д. Хурум, А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева // Труды КубГАУ. – 2009. – №17. – С. 108–115.

127. Степанова Л.П., Влияние биопрепаратов и микроудобрения на продукционный процесс яровой пшеницы / Л.П. Степанова

В.Н.Стародубцев, Е.А. Коренькова., Е.И.Степанова, И.М. Тихойкина // Вестник Орловского ГАУ. 2013. – №1 (40). – С. 17–22.

128. Burunov V.G. Microfertilizer mixture megamix application on spring Wheat / V.G.Burunov, A.N. Burunov, A.V. Vasin, N.V. Vasina, R.N. Novikov, A.V.Novikov // Research Journal of pharmaceutical biological and chemical science. – 2018. – Vol. 9. – No. 5. – P. 1248–1260.

129. Esaulko A.N. Optimization Of Mineral Nutrition Of Winter Wheat In Leached Chernozem Conditions / A.N. Esaulko, E.A. Salenko, O.Y. Lobankova, E.V. Golosnoy, N.V. Gromova // Research Journal of pharmaceutical biological and chemical science. – 2018. – Vol. 9. – No. 4. – P. 565–570.

130. Teklić T. Metallic trace elements in cereal grain – a review: how much metal do we eat? / T. Teklić, Z. Lončarić, V. Kovačević, B.R. Singh // Food and Energy security. – 2013. – Vol. – No.2. – P. 81–95. DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.24>

131. Telekalo N. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops / N. Telekalo, M. Mordvaniuk, H., Shafer, O. Matsera // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – Vol. 9. – Iss. 1. – P. 169–175.

132. Obtaining and research of physical and chemical properties of chelated polymer- containing microfertilizers on the basis of technogenic Waste for rice seed biofortification / O.K. Beysenbayev, S.I. Umirzakov, A.S. Tleuov, B.M. Smaylov, A.B. Issa, K. Dzhamantikov, B.S. Zakirov // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of geology and technical sciences. – 2019. – Vol. 1. – P. 80–89. DOI: 10.32014/2019.2518-170X.10

133. Eyal Ronen Micro-elements in agriculture micro-elements in agriculture the importance of micro-elements / Eyal Ronen // Practical Hydroponics & Greenhouses. – 2007. – Vol. 39. – P.39–48.

134. Ремесло Е.В. Влияние органоминеральных удобрений на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Степного

Крыма / Е.В. Ремесло // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – №2 (18). – С. 86–92. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-86-92

135. Кирейчева Л.В. Влияние новых органоминеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почв выработанных торфяников / Л.В. Кирейчева, Р.Р. Хусин, В.М. Яшин, Т.А. Жилкина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №3 (57). – Ч.3. – С. 123–125. URL: <https://research-journal.org/agriculture/vliyanie-novykh-organomineralnykh-udobrenij-na-urozhajnost-selskoxozyajstvennykh-kultur-i-plodorodie-pochv-vyrobotannyx-torfyanikov/> (дата обращения: 09.12.2019). DOI: 10.23670/IRJ.2017.57.050

136. Кирейчева Л.В., Яшин В.М. Эффективность применения органоминеральных удобрений на основе сапропеля / Л.В. Кирейчева, В.М. Яшин // Агрохимический вестник. – 2015. – №2. – С. 37–40.

137. Grohskopf J.C. Interaction between Phosphorus and Nitrogen in Organomineral Fertilizer / M.A. Grohskopf, J.C. Correa, D.M. Fernandes, P.C.Teixeira, C.V. Cruz, S.C.A. Mota // Communications in soil science and plant analysis. – 2019. – Vol. 50. – No. 21. – P. 2742–2755. DOI: 10.1080/00103624.2019.1678632

138. Sakurada L.R. Chemical, thermal, and spectroscopic analysis of organomineral fertilizer residue recovered from an oxisol / L.R. Sakurada, A.S.Muniz, F. Sato, T.T. Inoue, A.M. Neto, M.A. Batista // Soil Science Society of America Journal. – 2019. – Vol. 83. – No.2. – P. 409–418. DOI: 10.2136/sssaj2018.08.0294

139. Correa J.C. Carbon fractions and stock in response to solid and fluid organomineral fertilizers in highly fertile soils / J.C. Correa, L.G. Rodio, A.Z. Rigo, M.A. Grohskopf, A. Rebellatto, A.L. Mafra // Pesquisa Agropecuaria Brasileira. – 2019. – Vol. 54. – UNSP e00266. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00266

140. Dede O.H., Ozer H. Enrichment of poultry manure with biomass ash to produce organomineral fertilizer / O.H. Dede, H. Ozer // Environmental

Engineering Research.– 2018. –Vol. 23. – No. 4. – P. 449–455.
DOI: 10.4491/eer.2018.081

141. Хатамов С.Р. Эффективность применения минеральных удобрений и органоминерального компоста под озимую пшеницу / С.Р. Хатамов // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177).– С. 77–81. DOI 10.25230/2412–608X–2019–1–177–77–81

142. Фрейдкин И.А. Агроэкологическая оценка эффективности применения нового органо-минерального удобрения в условиях Северо-запада РФ / И.А. Фрейдкин // Дисс. ... канд. с.-х. наук. С.-П.: ФГБНУ «Агрофизический НИИ», 2017. – 251 с.

143. Семенюк О.В. Эффективность применения жидких органоминеральных удобрений Полидон® и стимулятора роста Альфастим® на посевах озимой пшеницы / О.В. Семенюк // Земледелие. –2017. –№1.– С. 44–46.

144. Семенюк О.В. Влияние комплексных органоминеральных удобрений на засухоустойчивость и урожайность озимой пшеницы / О.В. Семенюк // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2019. –Т. 56. – № 3. – С. 24–31.

145. Botero W.G. Peat humic substances enriched with nutrients for agricultural applications: Competition between nutrients and non-essential metals present in tropical soils / W.G. Botero, L.C. de Oliveira, L. Camargo, J.C. Rocha, A.H. Rosa, A. Henrique, A. dos Santos // Journal of Hazardous Materials. – 2010. – Vol. 177. – Iss. 1–3. – P. 307–311. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.12.033

146. Teixeira R.D. Organic acid coated-slow-release phosphorus fertilizers improve P availability and maize growth in a tropical soil / R.D. Teixeira, I.R. da Silva, R.N. de Sousa, E.M. Mattiello, E.M.B Soares // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. – 2016. – Vol. 16.– Iss. 4. – P. 1097–1112.

147. Araujo B.R. Evaluation of the interactions between chitosan and humics in media for the controlled release of nitrogen fertilizer / B.R. Araujo,

L.P.C. Romao, M.E. Doumer, A.S. Mangrich // Journal of Environmental Management.– 2016. – Vol. 190. – P. 122–131. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.12.059

148. Важов В.М., Одинцев А.В., Козил В.Н. Влияние удобрений на посевные качества гречихи / В.М. Важов, А.В. Одинцев, В.Н. Козил // Мир науки, культуры, образования. – 2014. – №5 (48). –С. 225–227.

149. Важов В.М., Козил В.Н., Важов С.В. Элементы формирования устойчивой урожайности *Fagopyrum esculentum* Moench. в Лесостепи Алтая / В.М. Важов, В.Н. Козил, С.В. Важов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – №7. – С. 83–87.

150. Кудрявцева Е.Ю. Биологическое обоснование применения органо-минеральных удобрений для внекорневой подкормки ярового тритикале / Е.Ю. Кудрявцева, С.П. Мельников, Л.Е. Колесников, Н.С. Прияткин // Материалы 8-й Международной научно-практической конференции "Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки". Российская академия наук; Министерство науки и высшего образования; ФГБНУ "Федеральный Ростовский аграрный научный центр"; Научно-производственная фирма "Селекционер Дона". – 2018. – С. 100–106.

151. Земцова Т.Ю., Ходаковская Е.И. Применение гуминовых удобрений в посевах подсолнечника / Т.Ю. Земцова, Е.И.Ходаковская // В сборнике: «Вклад студентов в развитие аграрной науки». – 2018. – С. 44–46.

152. Колесников Л.Е. Биологическое обоснование применения микроудобрений и органо-минеральных препаратов для внекорневой подкормки пшеницы / Л.Е. Колесников, С.П. Мельников, М.В. Киселёв, Е.В.Зуев, Т.А. Васильева // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – №1. – С. 12–15. DOI: 10.31857/S2500-26272019112-15

153. Колесников Л.Е., Мельников С.П., Васильева Т.А. Влияние препаратов на основе гуминовых веществ и серебра на элементы продуктивности мягкой пшеницы / Л.Е. Колесников, С.П. Мельников, Т.А.

Васильева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (51). – С. 75–84.

154. Скипор О.Б., Савченко М.В., Уманец Н.Н. Эффективность использования различных стимуляторов роста растений в технологии выращивания лаванды узколистной в условиях Предгорной зоны Крыма / О.Б. Скипор, М.В. Савченко, Н.Н. Уманец // Таврический вестник аграрной науки. – 2018. – №2 (14). – С. 110–117. DOI: 10.25637/TVAN.2018.02.11

155. Странишевская Е.П. Разработка защитных схем для получения органического винограда на Южном берегу Крыма / Е.П. Странишевская, Я.А. Волков, Е.А. Матвейкина, Н.И. Шадура // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2018. – №4 (106). – С. 70–72.

156. Прокопчук Е.О., Лящева Л.В. Влияние регуляторов роста на качество выгонки тюльпанов в условиях зимних теплиц в п. Салым Ханты-Мансийского автономного округа / Е.О. Прокопчук, Л.В. Лящева // В сборнике: «Современные проблемы озеленения городской среды». Материалы Национальной научно-практической студенческой конференции (Новосибирск, 18 апреля 2019 г.). Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос». – 2019. – С. 116–119.

157. Климова Е.В. Оценка биологических препаратов в отношении фитопатогенных грибов *Didymella Applanata* и *Botrytis Cinerea* (Защита малины) / Е.В. Климова // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2004. – №2. – С. 433.

158. Косачев И.А. Оценка влияния препаратов «Флора-С» и «Фитоп-Флора-С» и анолита АНК на патогенную микрофлору почв в питомнике при выращивании саженцев облепихи / И.А. Косачев // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. – №1 (111). – С. 29–33.

159. Агроклиматический справочник по Крымской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 136 с.

160. Паштецкий В.С., Радченко Л.А., Турин Е.Н., Турина Е.Л., Приходько А.В., Женченко К. Г., Радченко А.Ф., Пташник О.П., Ремесло

Е.В., Иванов В.Ю., Ростова Е.Н. Особенности формирования урожая озимых и ранних яровых зерновых, зернобобовых, масличных культур и рекомендации по их уборке в условиях 2018 года / В.С. Паштецкий, Л.А. Радченко, Е.Н. Турин, Е.Л. Турина, А.В. Пиходько, К.Г. Женченко, А.Ф. Радченко // Симферополь: ФГБУН «НИИСХ Крыма», 2018. – 40 с.

161. Черкашина А.В. Агроклиматические особенности возделывания кукурузы с степной зоне Крыма в условиях изменяющегося климата / А.В. Черкашина // Материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального землепользования». (с. Соленое Займище, 28 февраля 2019 г.). – с. Соленое Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН. – 2019. – С. 243–254.

162. Турина Е.Л. Значение сафлора красильного (*Carthamus tinctorius L.*) и обоснование актуальности с ним в Центральной степи Крыма (Обзор) / Е.Л. Турина // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. №1 (21). – С. 100–121. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121

163. Turina E.L., Pashtetskiy V.S., Prakhova T.Ya., Efimenko S.G., Turin E.N. Camelina sp. L in field trials and crop production of Crimea / E.L. Turina, V.S. Pashtetskiy, T.Ya. Prakhova, S.G. Efimenko, E.N. Turin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. 2020 (Voronezh, October 17-18 2019 г.). Institute of Physics Publishing, 2020. – 012011. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012011

164. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия / И.Я. Половицкий, П.Г. Гусев // Симферополь: Таврия, 1987. – 152 с.

165. Иванов В.Н. Почвы Крыма и их мелиорация / В.Н. Иванов // Симферополь: Таврия, 1976. – 62 с.

166. Справочник агрогидрологических свойств почв Украинской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 550 с.
167. Gary E. Varvel Crop Rotation and Nitrogen Effects on Normalized Grain Yields in a Long: Term Study / E. Gary Varvel // *Agronomy Journal*. – 2000. – Vol. 92. – P. 938–941.
168. Поздеев А. В., Ткаченко Ю. А. Руководство по минеральному питанию для зерновых культур. «Группа Компаний АгроПлюс» / А.В. Поздеев, Ю.А. Ткаченко // Краснодар: Печатный Дом, 2011. – 132 с.
169. Флора-С и Фитоп-Флора С. Экологически чистые торфо-гуминовые удобрения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bio-ban.ru/produkcija/broshyura> (дата обращения 22.12.2020).
170. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов // М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
171. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В.Аринушкина // М.: Наука. – 1970. – 487 с.
172. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под ред. М.А. Федина. – М.: Колос, 1985. – Вып. 1 – 270 с.
173. Майсурян Н.А. Практикум по растениеводству / Н.А. Майсурян // М.: Колос, 1970. – 446 с.
174. Самсонова Н.Е. Комплексная диагностика питания растений: справочное издание / Н.Е. Самсонова // Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2017. – 40 с.
175. Басарыгина Е.М., Барашков М.В., Путилова Т.А. Фотометрическое оборудование в растительной диагностике / Е.М. Басарыгина, М.В. Барашков, Т.А. Путилова // *АПК России*. – 2016. – Т. 23. – № 5. – С. 974–979.
176. ГОСТ 10987–76 Зерно. Методы определения стекловидности. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ. – 2009. – 3 с.

177. ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка (Издание с поправкой). Межгосударственный стандарт. М.: Стандартиформ. 2009. 11 с.

178. ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. Национальный стандарт Российской Федерации. М.: Стандартиформ, 2012. 19 с.

179. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Межгосударственный стандарт. М.: Стандартиформ, 2009. – 4 с.

180. Зерно. Методы анализа. Межгосударственные стандарты. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 4 с.

181. Корсаков Д.А. Современные тенденции применения препаратов на основе гуминовых кислот в земледелии России / Д.А. Корсаков // Материалы конференции «Фундаментальные исследования по созданию новых средств химизации и наследие академика Д.Н. Прянишникова» (10-11 ноября, 2015). Москва: ВНИИА, 2015. – С. 212–216.

182. Николаев Е.В. Научные и практические основы повышения качества продукции растениеводства / Е.В. Николаев // Симферополь. – 2016. – 164 с.

183. Шелепов В.В., Чебаков Н.П., Вергунов В.А., Кочмаровский В.С. Пшеница: история, морфология, биология, селекция / В.В. Шелепов, Н.П. Чебаков, В.А. Вергунов, В.С. Кочмаровский // Киев: ЗАТ «Мироновская типография», 2009. – 573 с.

184. Rut-Duga D., Shiferaw D.G., Wogayehu W. Effects of blended fertilizer rates on bread wheat (*Triticum Aestivum* L.) varieties on growth and yield attributes / D. Rut-Duga, D.G. Shiferaw, W. Wogayehu // Journal of Ecology & Natural Resources. – 2019. – Vol. 3. – No.3. – 000170. DOI: 10.23880/jenr-16000170

185. Елисеев С.Л., Калабина Т.С., Мурыгин В.П., Сатаев Э.Ф. Содержание азота, фосфора и калия в листьях яровой пшеницы в условиях

органического земледелия Среднего Предуралья / С.Л. Елисеев, Т.С. Кабанина, В.П. Мурыги, Э.Ф. Сатаев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию основания университета «Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации» (20 октября 2020 г.). – Пермь, 2020. – С. 19-22.

186. Хронюк М.В., Ерешко С.А., Бершанский Р.Г. Листовая диагностика растений / М.В. Хронюк, С.А. Ерешко, Р.Г. Бершанский // Активная честолубивая интеллектуальная молодежь сельскому хозяйству. – 2017. – Т. 1. – №2. – С. 76–79.

187. Канунников С.В., Шевчук Н.И. Листовая диагностика и урожайность яровой пшеницы в зависимости от применения регуляторов роста / С.В. Канунников, Н.И. Шевчук // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах. – 2018. – С. 15–17.

188. Majlath I., Eva C., Tajti J., Khalil R., Elsayed N., Darko E., Szalai G., Janda T. Exogenous methylglyoxal enhances the reactive aldehyde detoxification capability and frost-hardiness of wheat / I. Majlathm, C. Eva, J. Tajti, R. Khalil // Plant Physiology and Biochemistry. – 2020. – Vol. 143. – P. 75–78. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.02.003

189. Taskin B.G., Ozbek O., San S.K., Eser V., Nachit M.M., Kaya Z. Variation in cold tolerance in F-6 durum wheat [*Triticum turgidum* (L.) Tell. convar. Durum (Desf.) Mackey] RILs and the relationships of cold tolerance with some quality parameters and genetic markers / B.G. Taskin, O. Ozbek, S.K. San, V. Eser, M.M. Nachit, Z. Kaya // Journal of Agricultural Science. – 2020. – Vol. 158. – No.1–2. – P. 47–56. DOI: 10.1017/S0021859620000155

190. Радченко Л.А. Обоснование оптимальных сроков сева и норм высева пшеницы озимой и двуручки в условиях степного Крыма / Л.А. Раденко // дисс. ... канд. с.-х. наук. Херсон. 2010. – 191 с.

191. Klepeckas M., Januskaitiene I., Vaguseviciene I., Juknys R. Effects of different sowing time to phenology and yield of winter wheat / M. Klepeckas,

I. Januskaitiene, I. Vaguseviciene, R. Juknys // Agricultural and AND Food Science. – 2020. – Vol. 29. – No.4. – P.346–358.

192. Stefanova-Dobрева S., Muhov A. Effect of OF low rates mineral fertilizers on the productivity of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) / S. Stefanova-Dobрева, A. Muhov // Scientific Papers Series A – Agronomy. – 2020. – Vol. 63. – No.1. – P. 134–141.

193. Shaikhutdinov F., Serzhanov I., Serzhanova A., Valiev A., Aksakova V. Agrobiological basis of wheat yield formation *Dicoccum Schrank* (spelt) in the ancestral domain of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, I. Serzhanov, A. Serzhanova, A. Valiev, V. Aksakova // BIO Web of Conferences. – 2020. – Vol.17. – 00072. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700072>

194. Захарова Н.Н., Захаров Н.Г., Грошева Т.Д. Густота продуктивного стеблестоя озимой мягкой пшеницы и составляющие ее элементы в условиях Лесостепи Среднего Поволжья / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров, Т.Д. Грошева / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров, Т.Д. Грошева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3 (43). – С. 64–71. DOI 10.18286/1816-4501-2018-3-64-71

195. Колесников Л.Е., Кременевская М.И., Мельников С.П., Колесникова Ю.Р., Разумова И.Е., Язева Е.О., Бисюкова О.Н. Обоснование использования органоминеральных удобрений и продуктов глубокой переработки мясной отрасли при возделывании мягкой пшеницы / Л.Е. Колесников, М.И. Кременевская, С.П. Мельников, Ю.Р. Колесников, И.Е. Разумова, Е.О. Язева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2020. – № 1 (43). – С. 57–66. DOI: 10.17586/2310-1164-2020-10-1-57-66

196. Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы / Н.И. Вавилов // Избранные сочинения: Генетика и селекция. – М., 1966. – С.320–493.

197. Makarova T., Samofalova N., Ilichkina N., Dubinina O., Popov A., Kostylenko O. Adaptability parameters of the winter durum wheat varieties of

various ecology in the Rostov region / T. Makarova, N. Samofalova, N. Ilichkina, O. Dubinin, A. Popov, O. Kostylenko // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – 01014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017501014>

198. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Турин Е.Н., Зубоченко А.А., Прахов В.А. Оценка сортообразцов рыжика озимого по экологической адаптивности / Е. Л. Турина, Т.Я. Прахова, Е.Н. Турин, А.А. Зубоченко // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55. – №3. – С. 564–572. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.564rus

199. Prokopová M., Salvati, Egidí G., Cudlín O., V̇celáková R., Plch R., Cudlín P. Envisioning Present and Future Land-Use Change under Varying Ecological Regimes and Their Influence on Landscape Stability / M. Prokopova, Salvati, G. Egidí, O. Cudlin, R. V̇celáková, R. Plch, P. Cudlin // Sustainability. – 2019. – Vol. 11. – 4654; doi:10.3390/su11174654

200. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability / D. Lewis // Heredity. – 1954. – Vol. 8. – P. 333–336.

201. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В.В. Хангильдин, Н.А. Литвиненко // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционного-генетического института. – 1981. – Вып. 1 (39). – С.8–14.

202. Gaweda D., Haliniarz M. Grain yield and quality of winter wheat depending on previous crop and tillage system / D. Gaweda, M. Haliniarz // Agriculture -Basel. – 2021. – Vol. 11. – No.2. – 133. – DOI: 10.3390/agriculture11020133

203. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Пахотина И.В., Кирьякова М.Н. Стекловидность зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири/ М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, И.В. Пахотина, М.Н. Кирьякова // Зерновое хозяйство России. – 2019. – №5 (65). – С. 24–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-24-28

204. Gangola M.P., Ramadoss B.R., Jaiswal S., Chan C., Mollard R., Fabek H., Tulbek M., Jones P., Sanchez-Hernandez D., Anderson G.H., Chibbar R.N. Faba bean meal, starch or protein fortification of durum wheat pasta differentially influence noodle composition, starch structure and in vitro digestibility/ M.P. Gangola, B.R. Ramadoss, S. Jaiswal, C. Chan, R. Mollard, H. Fabek, M. Tulbek, P. Jones, D. Sanches-Hernandez, G.H. Anderson, R.N. Chibbar // Food Chemistry. – 2021. – Vol. 349. – 129167 DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129167

205. Ишханян М.В., Карпенко Н.В. Эконометрика / М.В. Ишханян // Часть 1. Парная регрессия: Учебное пособие. – М.: МГУПС (МИИТ), 2016. – 117 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица – Показатели погодных условий за 2015 г. согласно данным метеостанции Симферополь

Параметр	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя t° воздуха	-4,7	3,7	6,1	3,1	-2,1	4,5	4,1	4,2	6,8	6,2	9,7	9,7	13,2	15,7	17,6	19,3	20,4	18,9
max	6,4	11,2	15,6	14,4	6,9	18,9	15,0	15,0	19,5	13,0	20,1	21,8	19,1	26,0	26,0	26,6	28,7	28,3
min	-22,7	-3,7	0,2	-7,0	-11,0	6,3	-2,9	-2,9	-5,0	-1,2	1,2	-0,5	6,4	8,4	10,8	12,5	14,9	13,9
Средняя температура воздуха за месяц, °C	1,7			1,8			5,0			8,5			15,5			19,5		
Среднемноголетний показатель, °C	0,2			-2,4			3,9			11,9			15,1			19,5		
Сумма осадков, мм	39,0	36,0	2,1	43,0	6,9	2,0	5,0	26,0	17,0	26,0	8,0	4,2	3,5	0,5	116,0	22,0	79,0	27,0
Сумма осадков за месяц, мм	77,1			51,9			48,0			38,2			120,0			128,0		
Среднемноголетний показатель, мм	41,0			35,0			32,0			34,0			41,0			68,0		

Параметр	Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя t° воздуха	22,1	20,3	23,8	24,9	24,3	21,5	23,1	19,6	21,2	13,6	10,8	9,0	7,6	8,9	11,0	4,0	1,7	5,1
max	32,2	29,6	33,9	34,2	34,2	31,3	35,3	30,6	31,3	25,0	20,7	20,7	15,6	16,4	19,8	11,4	8,7	14,6
min	15,8	12,6	13,4	16,2	16,9	10,5	11,8	10,8	12,5	0,8	3,7	1,0	2,4	0,4	4,5	-2,6	-6,1	-9,0
Средняя температура воздуха за месяц, °C	22,1			23,6			21,3			11,1			9,2			3,6		
Среднемноголетний показатель, °C	23,4			24,7			16,9			11,3			5,8			2,0		
Сумма осадков, мм	36,0	1,6	0,0	2,0	13,0	0,0	2,0	0,0	0,7	3,0	24,0	30,0	12,0	35,0	4,6	12,0	1,8	1,9
Сумма осадков за месяц, мм	37,6			15,0			2,7			57,0			51,6			15,7		
Среднемноголетний показатель, мм	63,0			35,0			36,0			38,0			43,0			44,0		

Приложение 2

Таблица– Показатели погодных условий за 2016 г. согласно данным метеостанции Симферополь

Параметр	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя t° воздуха	-2,8	-5,0	-2,1	3,1	7,3	7,4	10,3	4,1	6,1	12,0	15,1	11,8	13,4	15,0	16,5	17,1	21,0	25,6
max	13,4	17,2	8,1	14,7	21,5	21,2	21,2	11,7	18,6	28,6	25,7	25,2	21,2	22,4	23,9	24,9	33,4	33,5
min	-15,4	-6,0	-13,8	-4,2	-0,9	-2,4	4,3	-6,8	-6,8	-0,7	7,1	3,4	6,7	7,7	7,7	8,2	9,5	18,4
Средняя температура воздуха за месяц, °C	0,0			5,9			6,8			13,0			15,0			21,2		
Среднегодовое значение, °C	0,2			-2,4			3,9			11,9			15,1			19,5		
Сумма осадков, мм	26,0	14,0	9,7	20,0	15,0	2,4	4,4	2,9	25,0	0,1	24,0	34,0	22,0	7,2	72,0	39,0	8,3	20,0
Сумма осадков за месяц, мм	49,7			37,4			32,3			58,1			101,2			67,3		
Среднегодовое значение, мм	41,0			35,0			32,0			34,0			41,0			68,0		
Параметр	Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя t° воздуха	21,4	23,8	23,6	26,4	23,9	24,3	21,4	19,6	14,0	14,9	9,1	6,4	10,5	5,4	2,5	-0,2	-0,4	-1,9
max	30,1	35,3	33,7	35,3	35,3	33,5	30,5	28,8	24,3	25,3	18,7	15,6	23,4	18,7	11,4	7,1	9,2	3,6
min	14,3	15,3	15,5	18,7	11,6	15,2	12,8	9,6	6,5	7,7	2,3	0,4	-2,0	-2,3	-7,4	-10,9	-12,5	-8,1
Средняя температура воздуха за месяц, °C	22,9			24,9			18,3			10,1			6,1			-0,8		
Среднегодовое значение, °C	23,4			24,7			16,9			11,3			5,8			2,0		
Сумма осадков, мм	36,0	7,0	0,0	21,0	0,4	4,4	0,0	0,7	6,2	5,7	13,0	11,0	13,0	31,0	2,6	38,0	36,0	26,0
Сумма осадков за месяц, мм	43,0			25,8			6,9			29,7			46,6			100,0		
Среднегодовое значение, мм	63,0			35,0			36,0			38,0			43,0			44,0		

Таблица – Показатели погодных условий за 2017 г. согласно данным метеостанции Симферополь

Параметр	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя t° воздуха	-0,1	-0,2	-4,7	1,0	-2,2	6,3	10,0	6,7	7,4	8,6	9,3	9,9	16,2	14,0	14,6	19,4	22,4	22,4
max	12,4	7,9	5,2	11,5	14,2	20,0	20,7	20,4	17,6	23,5	20,1	25,4	26,4	24,6	25,1	28,4	26,3	33,6
min	-9,1	-9,1	-12,6	-11,0	-10,1	-1,6	-1,3	0,5	0,5	-0,9	0,2	0,6	7,7	3,5	7,6	9,3	12,0	14,5
Средняя температура воздуха за месяц, °C	-1,7			1,7			8,0			9,3			14,9			20,1		
Среднеголетний показатель, °C	0,2			-2,4			3,9			11,9			15,1			19,5		
Сумма осадков, мм	18,0	20,0	7,9	13,0	2,0	22,0	0,5	11,0	13,0	8,2	12,0	53,0	6,5	14,0	56,0	12,0	39,0	1869,0
Сумма осадков за месяц, мм	45,9			37,0			24,5			73,2			76,5			69,0		
Среднеголетний показатель, мм	41,0			35,0			32,0			34,0			41,0			68,0		

Параметр	Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя t° воздуха	21,9	20,3	23,8	27,6	25,2	21,0	20,0	23,4	17,0	12,7	12,4	10,5	8,2	9,8	4,0	8,5	8,5	5,6
max	33,1	29,6	33,9	37,0	35,3	32,4	30,2	35,6	32,1	29,4	21,0	17,0	15,0	20,0	11,0	20,0	20,0	17,0
min	13,2	12,6	13,4	17,3	17,7	11,2	11,4	15,2	7,2	3,4	5,0	5,0	1,0	4,0	-4,0	-1,0	0,0	-1,0
Средняя температура воздуха за месяц, °C	22,8			24,6			20,1			11,9			7,3			7,5		
Среднеголетний показатель, °C	23,4			24,7			16,9			11,3			5,8			2,0		
Сумма осадков, мм	15,0	0,0	37,0	0,0	3,4	15,0	0,2	0,4	0,7	18,0	12,6	12,4	5,4	9,0	10,8	10,4	17,7	0,1
Сумма осадков за месяц, мм	52,0			18,4			1,3			43,0			25,2			28,2		
Среднеголетний показатель, мм	63,0			35,0			36,0			38,0			43,0			44,0		

Приложение 4

Таблица – Показатели погодных условий за 2018 г. согласно данным метеостанции Симферополь

Параметр	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя t° воздуха	4,8	1,0	-0,4	6,0	3,4	-1,4	4,8	9,1	5,4	12,8	14,0	15,5	19,0	16,8	19,7	19,5	22,6	23,4
max	14,0	11,0	10,0	14,0	13,0	6,0	16,0	18,0	16,0	25,0	25,0	27,0	29,5	27,0	28,0	29,0	33,0	35,0
min	-4,0	-8,0	-12,0	-3,0	-2,0	-9,0	-6,0	1,0	-3,0	2,0	2,0	5,0	9,0	6,0	12,0	9,0	13,0	13,0
Средняя температура воздуха за месяц, °C	1,8			2,7			6,4			14,1			18,5			21,8		
Среднемноголетний показатель, °C	0,2			-2,4			3,9			11,9			15,1			19,5		
Сумма осадков, мм	7,9	10,0	43,5	23,8	24,1	13,9	19,9	15,6	10,7	4,3	4,0	0,0	0,0	21,6	0,6	0,0	0,6	21,0
Сумма осадков за месяц, мм	61,4			61,8			46,2			8,3			22,2			21,6		
Среднемноголетний показатель, мм	41,0			35,0			32,0			34,0			41,0			68,0		

Параметр	Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя t° воздуха	22,2	23,1	23,5	24,4	23,8	24,2	21,9	18,1	15,2	13,3	15,3	12,5	9,5	4,1	2,5	2,8	1,6	3,1
max	33,0	33,0	32,0	33,0	33,0	33,0	34,0	27,0	29,0	21,0	25,0	24,0	19,0	14,0	13,0	10,0	7,0	8,0
min	14,0	17,0	17,0	17,0	13,0	14,0	14,0	9,0	3,0	4,0	9,0	3,0	3,0	-2,0	-5,0	-3,0	-2,0	-2,0
Средняя температура воздуха за месяц, °C	22,9			24,1			18,4			13,7			5,4			2,5		
Среднемноголетний показатель, °C	23,4			24,7			16,9			11,3			5,8			2,0		
Сумма осадков, мм	32,1	51,1	26,6	0,2	0,0	0,0	24,3	62,0	3,4	19,0	0,0	60,9	0,0	7,7	28,0	15,0	67,0	32,0
Сумма осадков за месяц, мм	109,8			0,2			89,7			79,9			35,7			114,0		
Среднемноголетний показатель, мм	63,0			35,0			36,0			38,0			43,0			44,0		



Таблица – Зимостойкость растений озимой твердой пшеницы, % (среднее 2016-2018 гг.).

Год	Вариант			
	Контроль	N ₂₀₊₂₀	N ₄₀₊₄₀	N ₆₀₊₆₀
2016	89,9	91,7	91,6	89,9
2017	92,5	95,3	94,8	92,4
2018	96,9	97,1	97,7	96,7

Результаты листовой диагностики растений в зависимости от внесения азотных удобрений и применения внекорневых подкормок комплексными органоминеральными препаратами

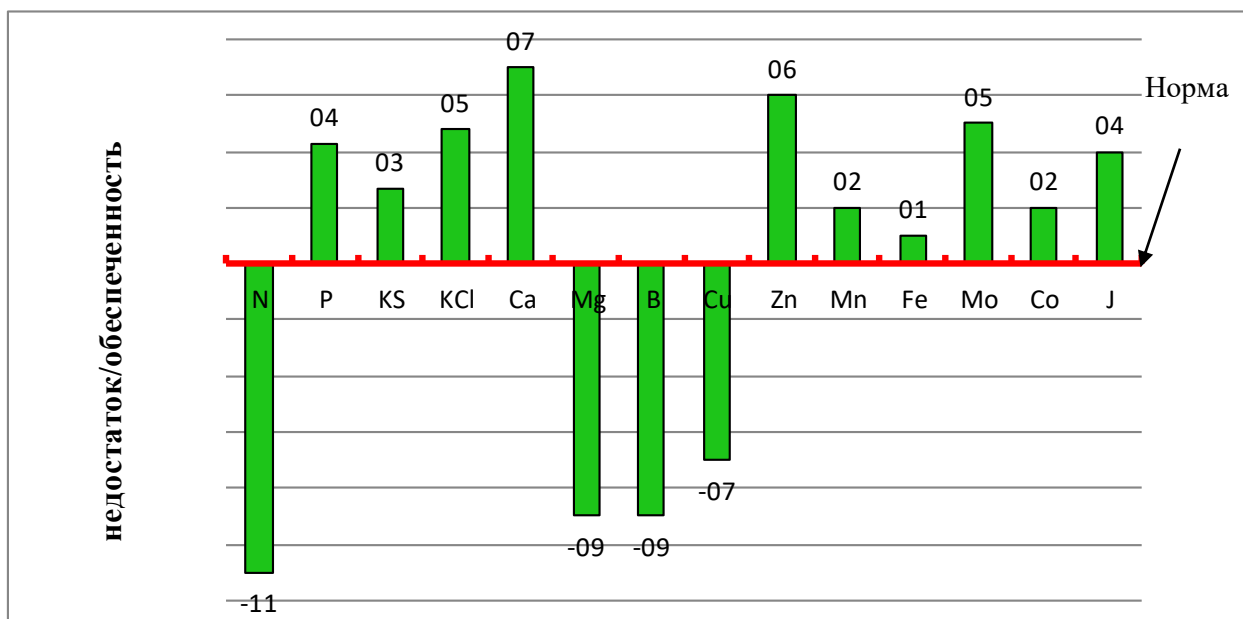


Рисунок 1 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_1 , среднее 2016–2018 гг.

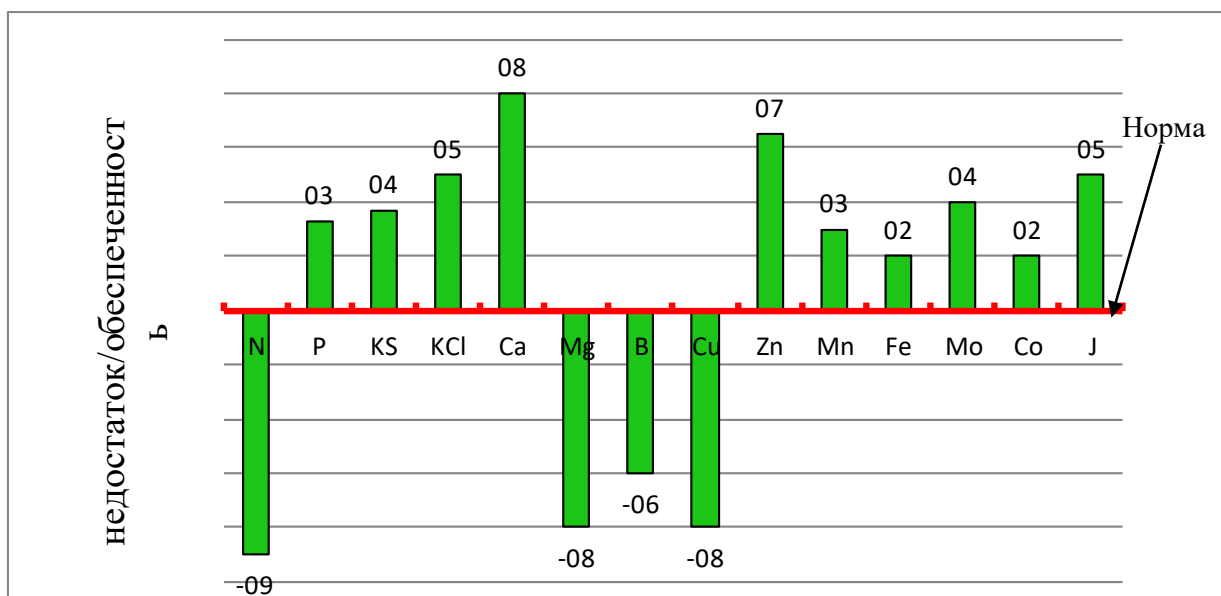


Рисунок 2 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_2 , среднее 2016–2018 гг.

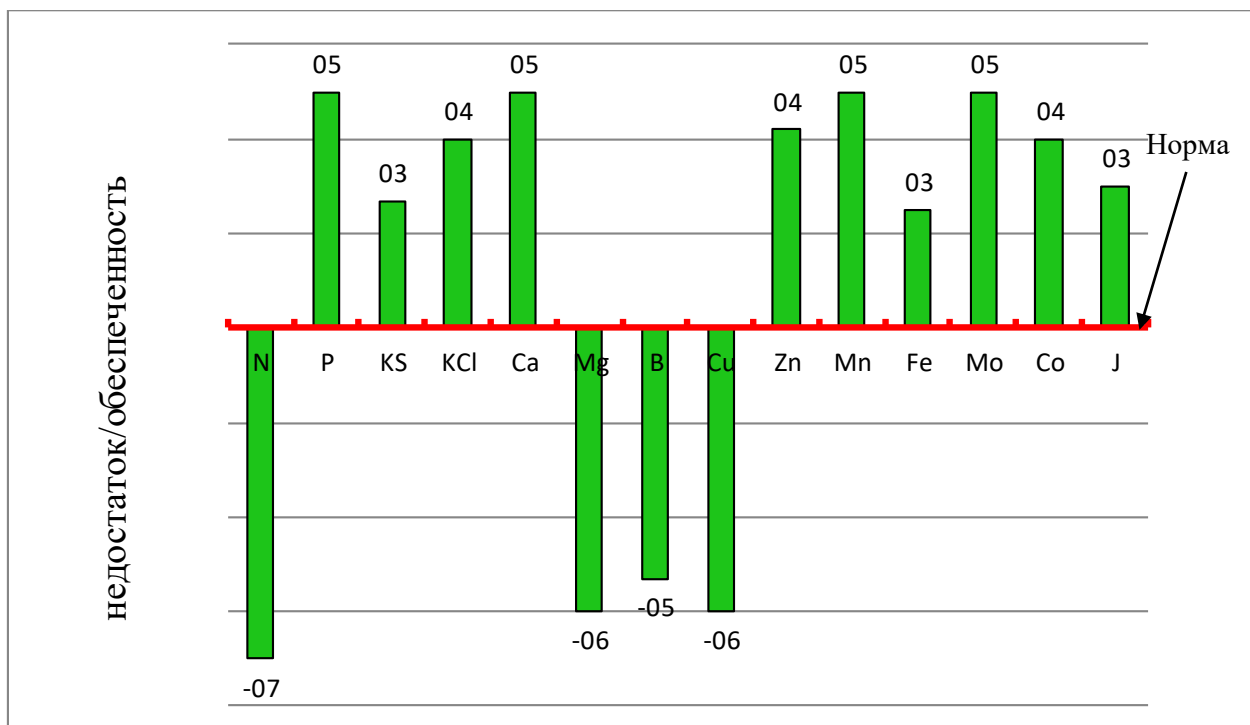


Рисунок 3 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_3 , среднее 2016–2018 гг.

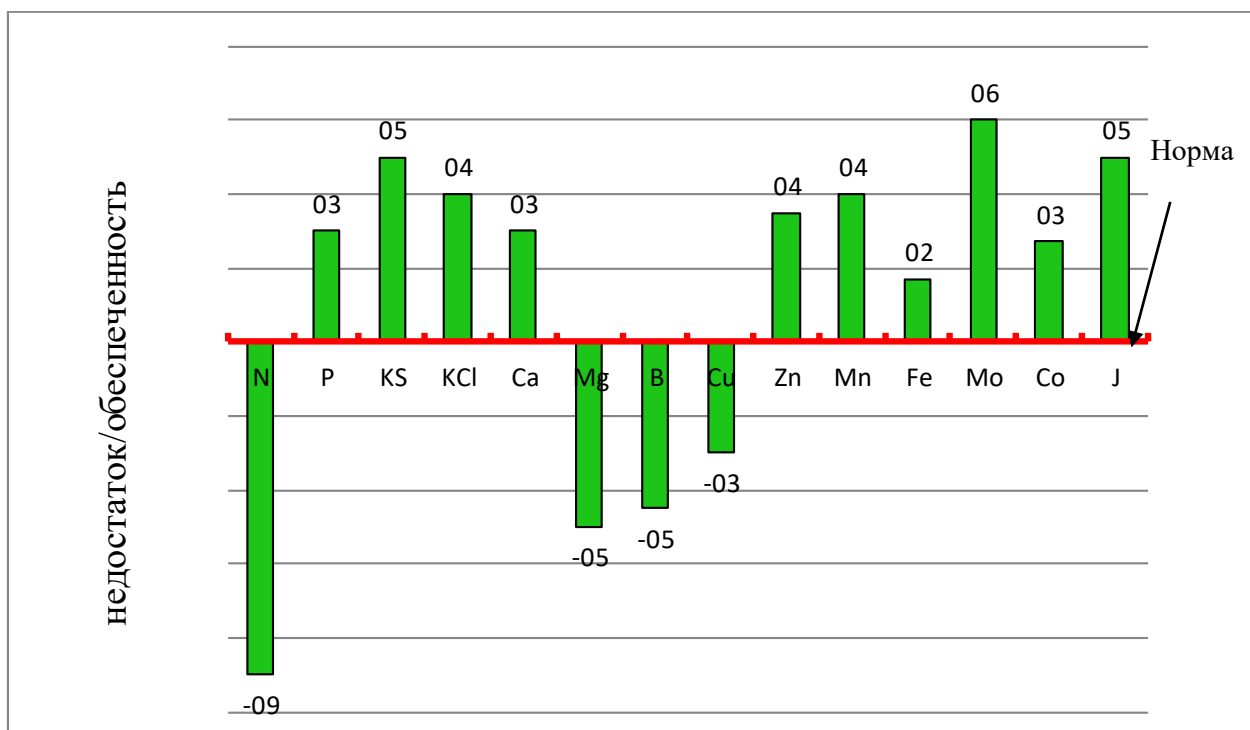


Рисунок 4 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_4 , среднее 2016–2018 гг.

Рисунок 5 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_1 , среднее 2016–2018 гг.

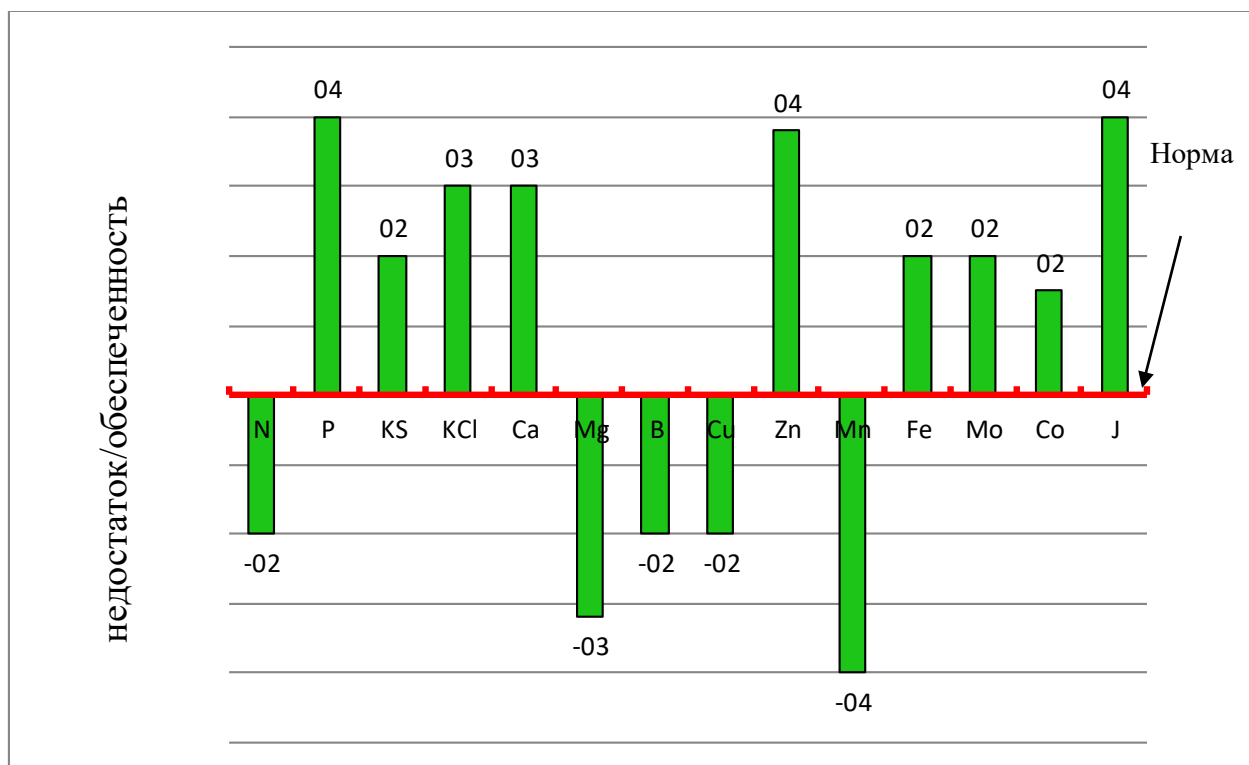


Рисунок 6 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_2 , среднее 2016–2018 гг.

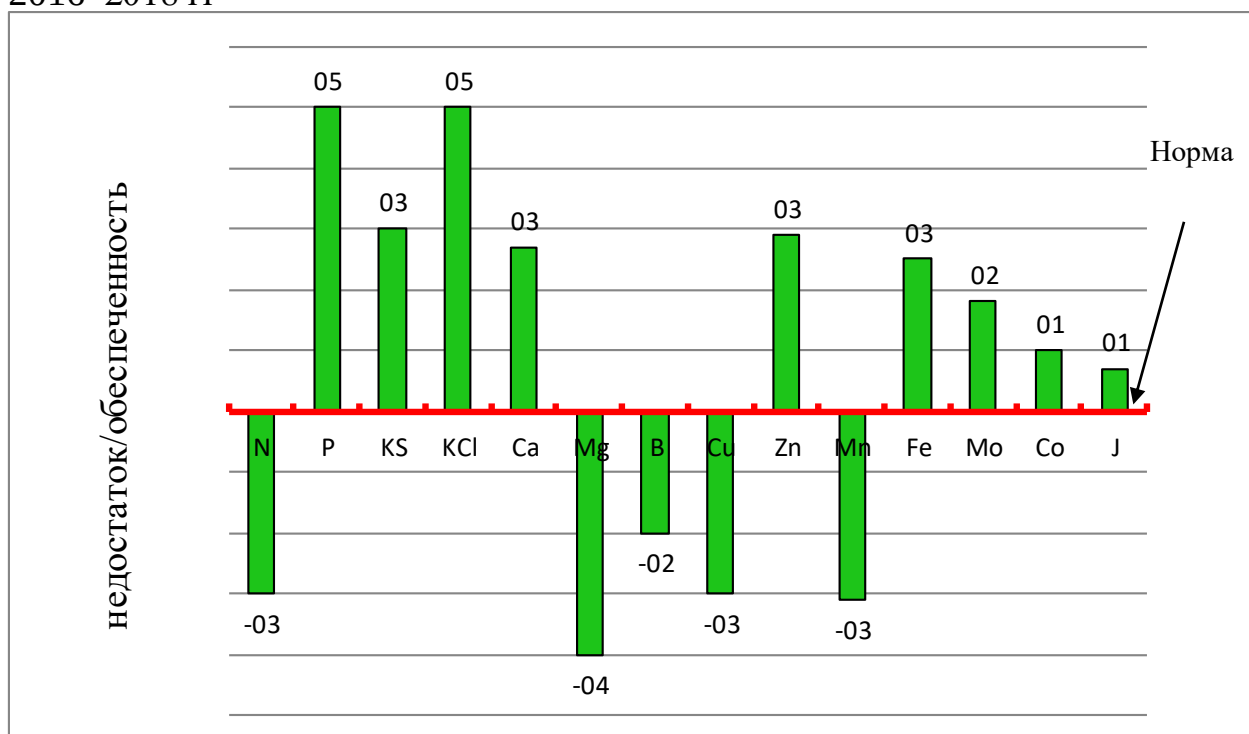


Рисунок 7 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_3 , среднее 2016–2018 гг.

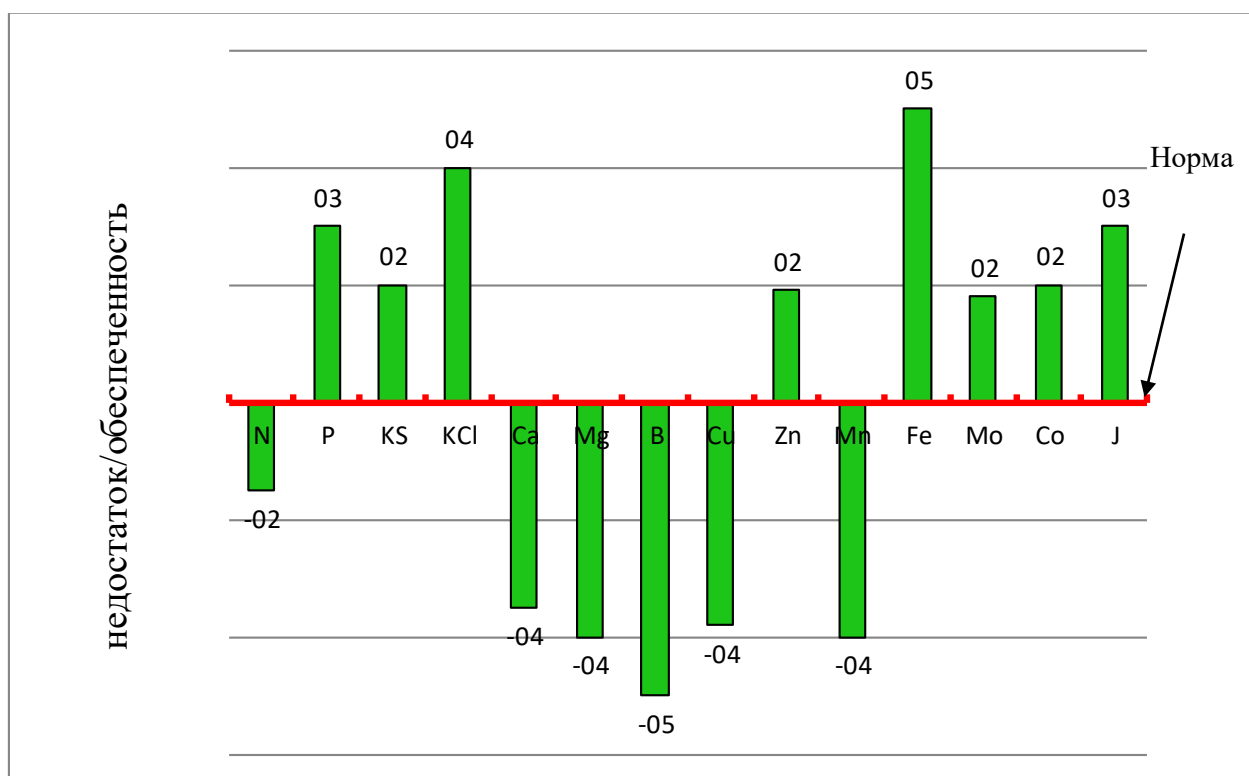


Рисунок 8 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_4 , среднее 2016–2018 гг.

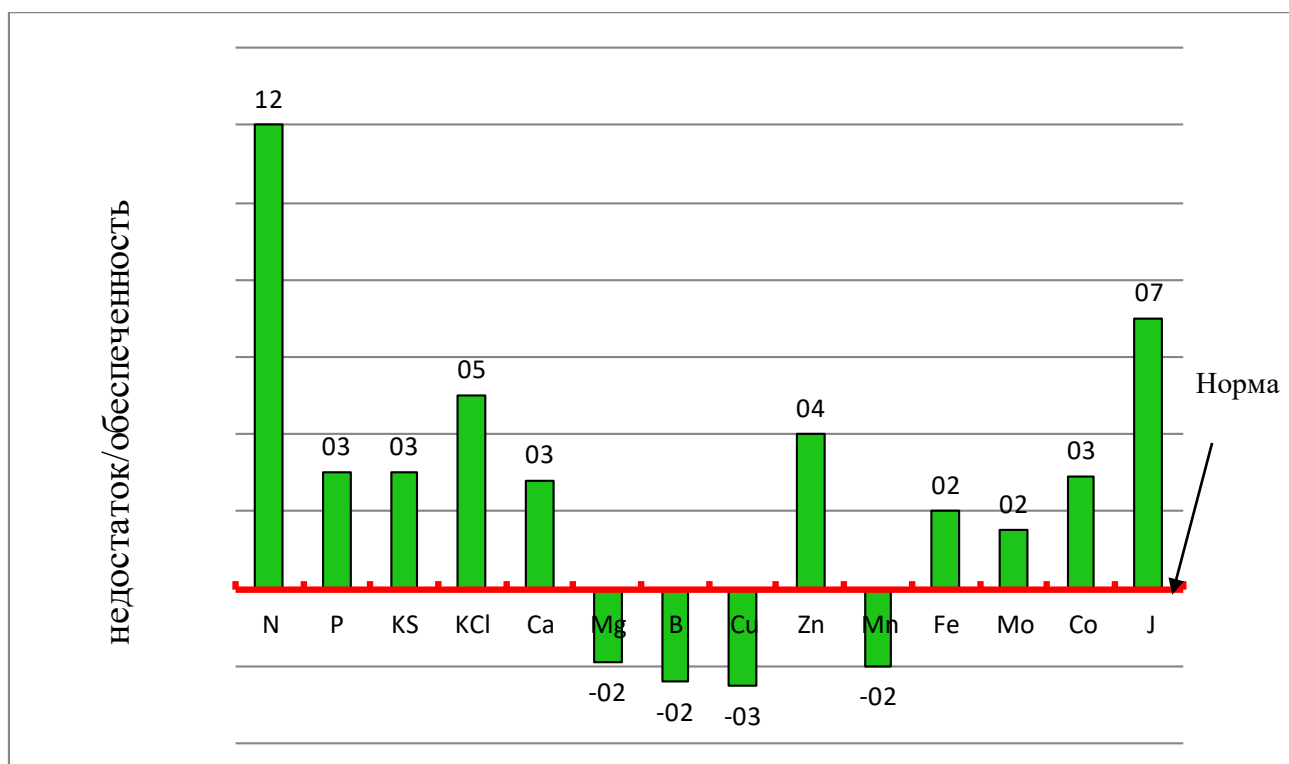


Рисунок 9 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_1 , среднее 2016–2018 гг.

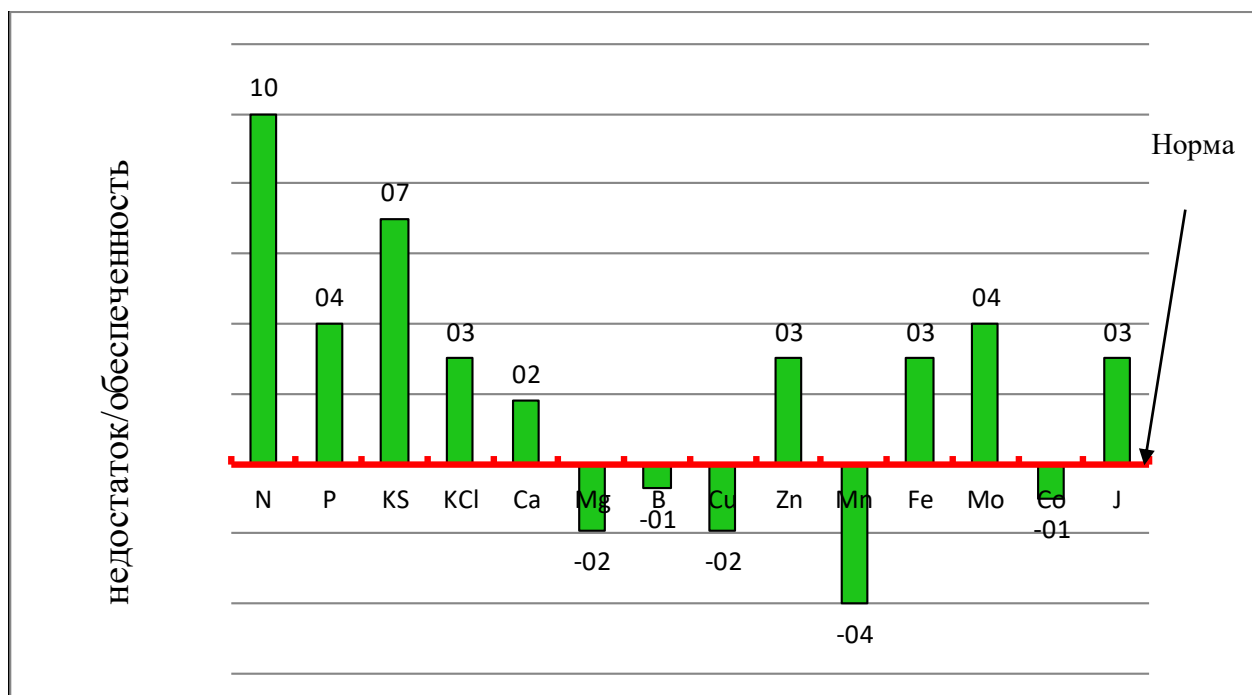


Рисунок 10 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_2 , среднее 2016–2018 гг.

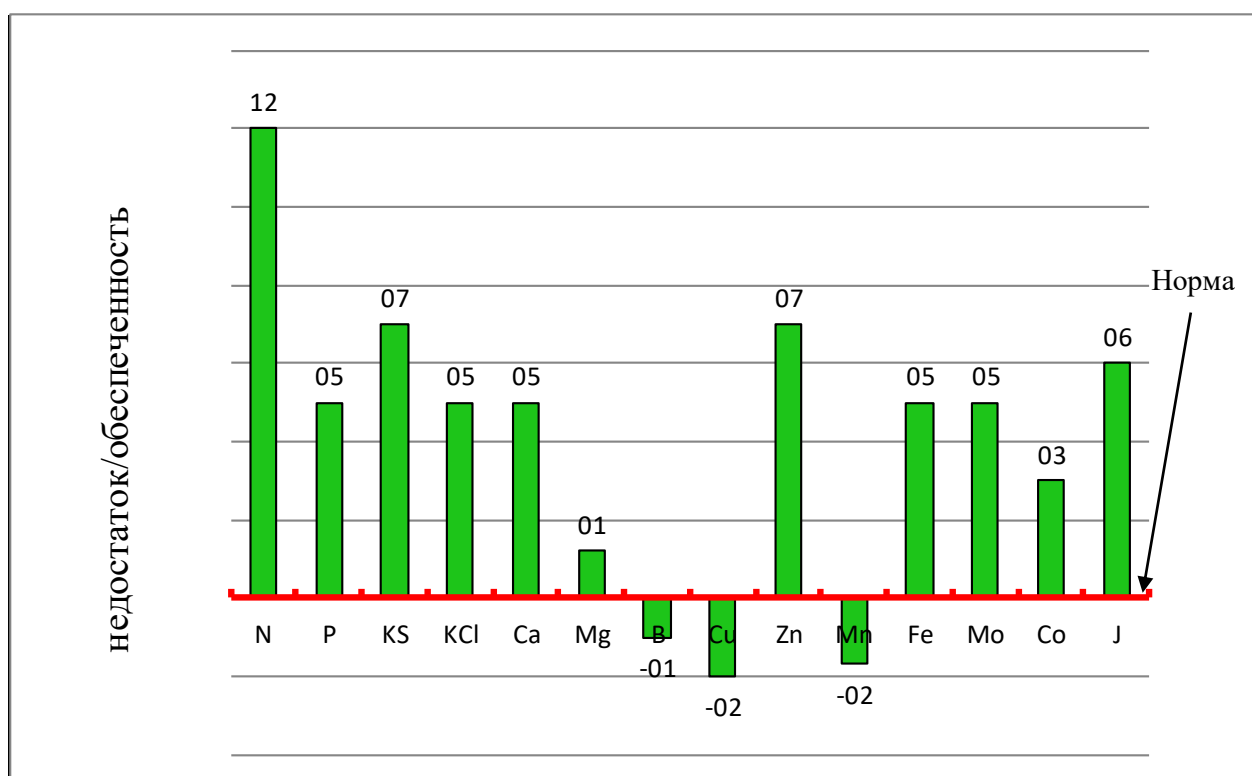


Рисунок 11 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_3 , среднее 2016–2018 гг.

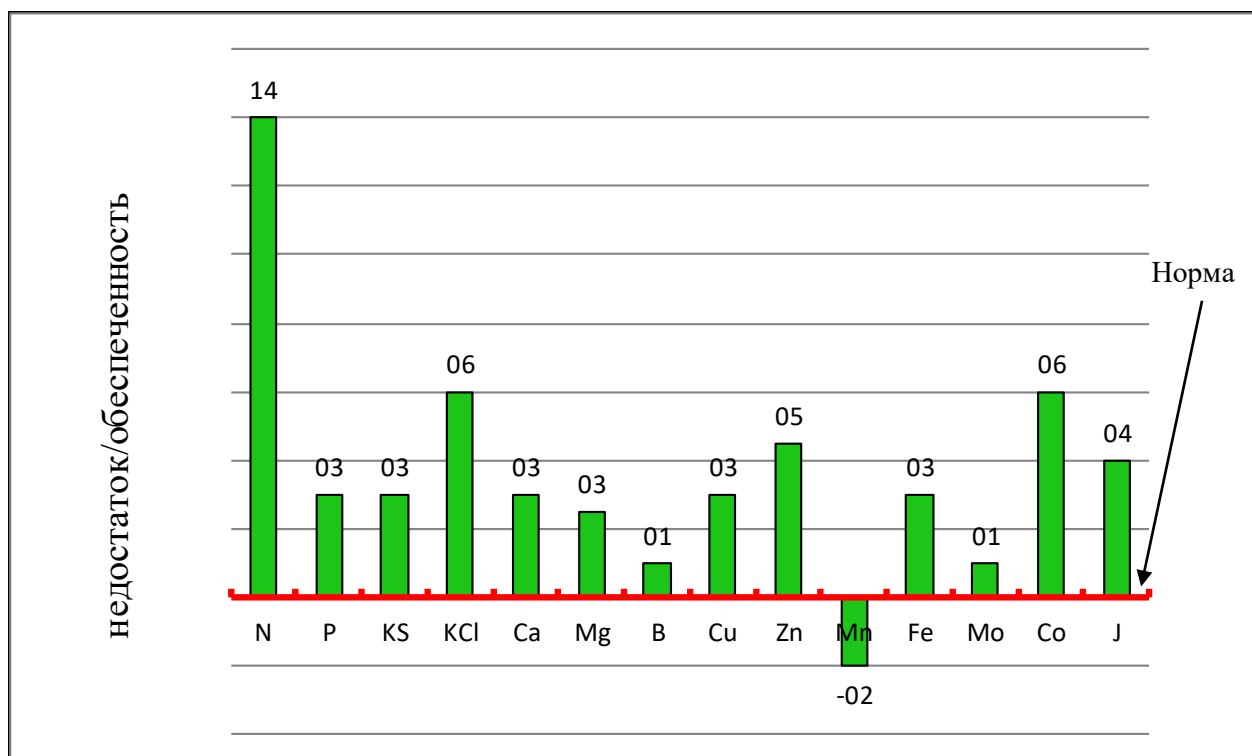


Рисунок 12 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_4 , среднее 2016–2018 гг.

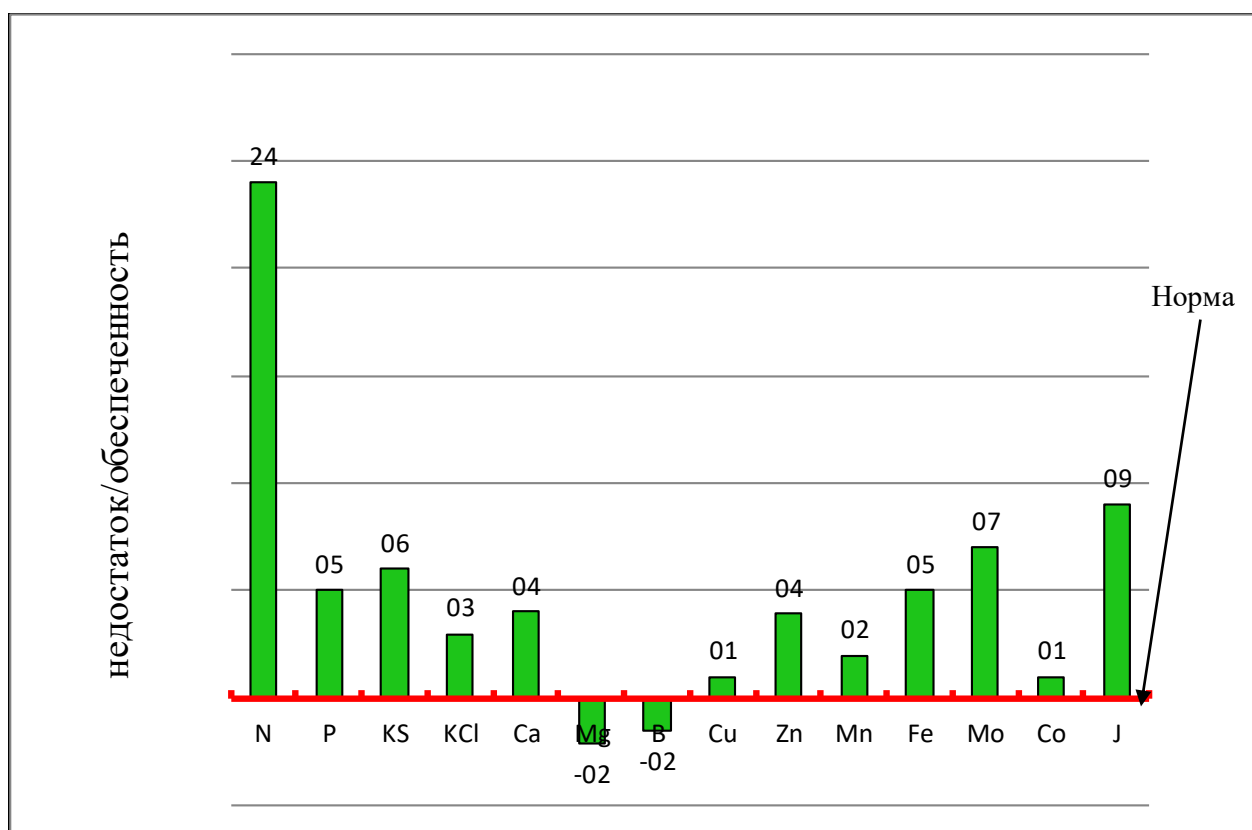


Рисунок 13 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_1 , среднее 2016–2018 гг.

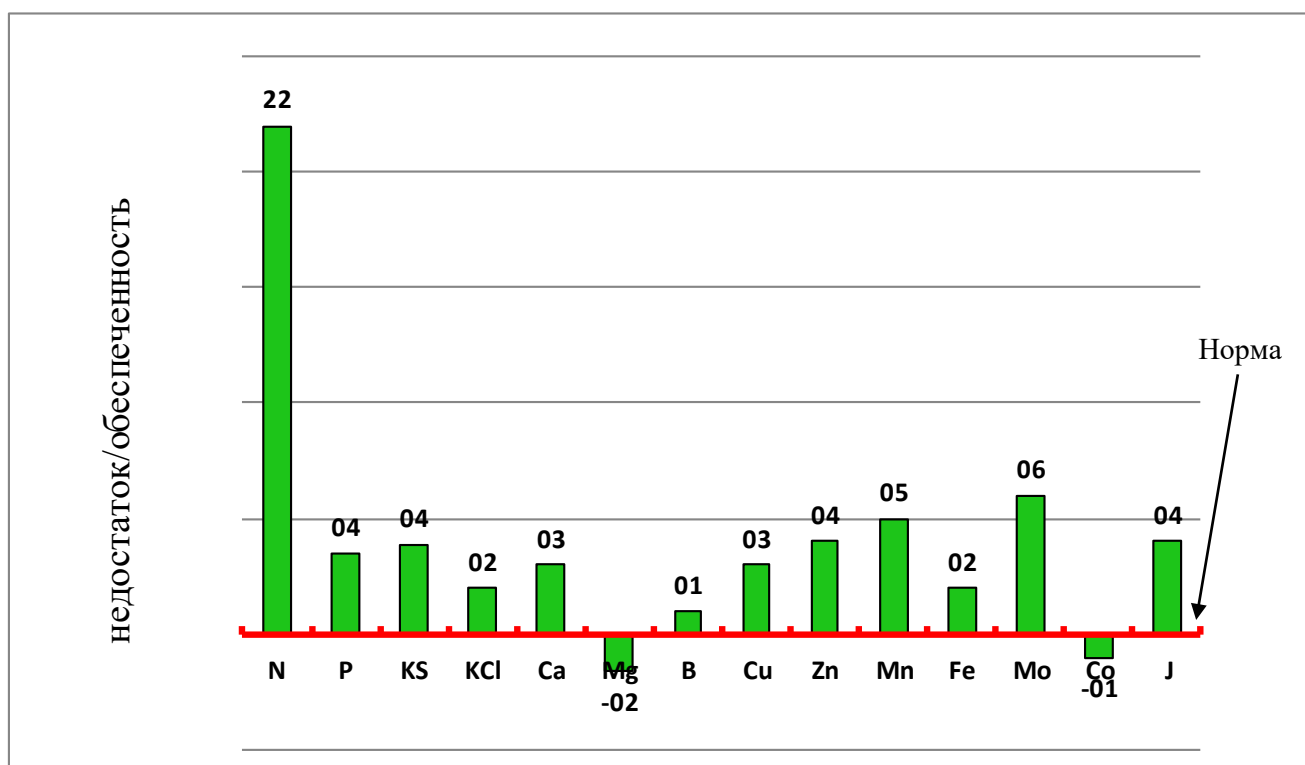


Рисунок 14 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_2 , среднее 2016–2018 г

Результаты листовой диагностики растений в зависимости от азотных удобрений и препаратов на основе гуминовых кислот Флора-С и Фито-Флора-С

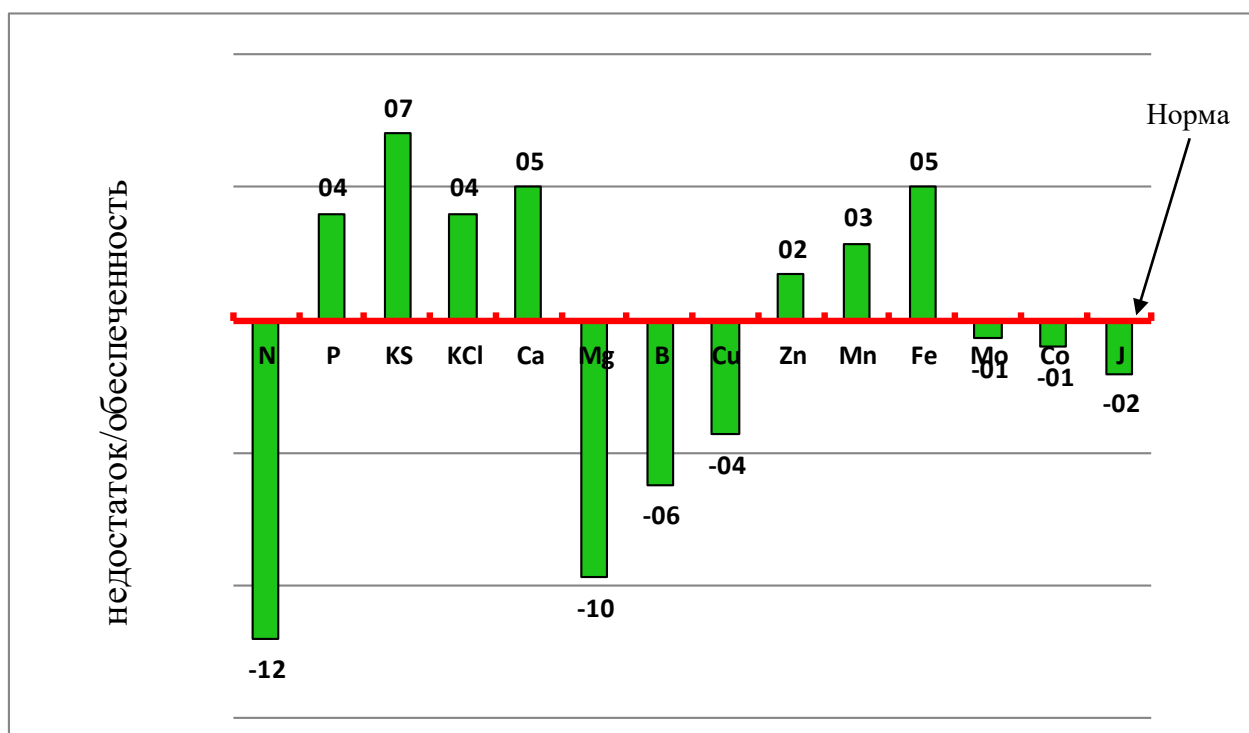


Рисунок 15 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_1 , среднее 2016–2018 гг.

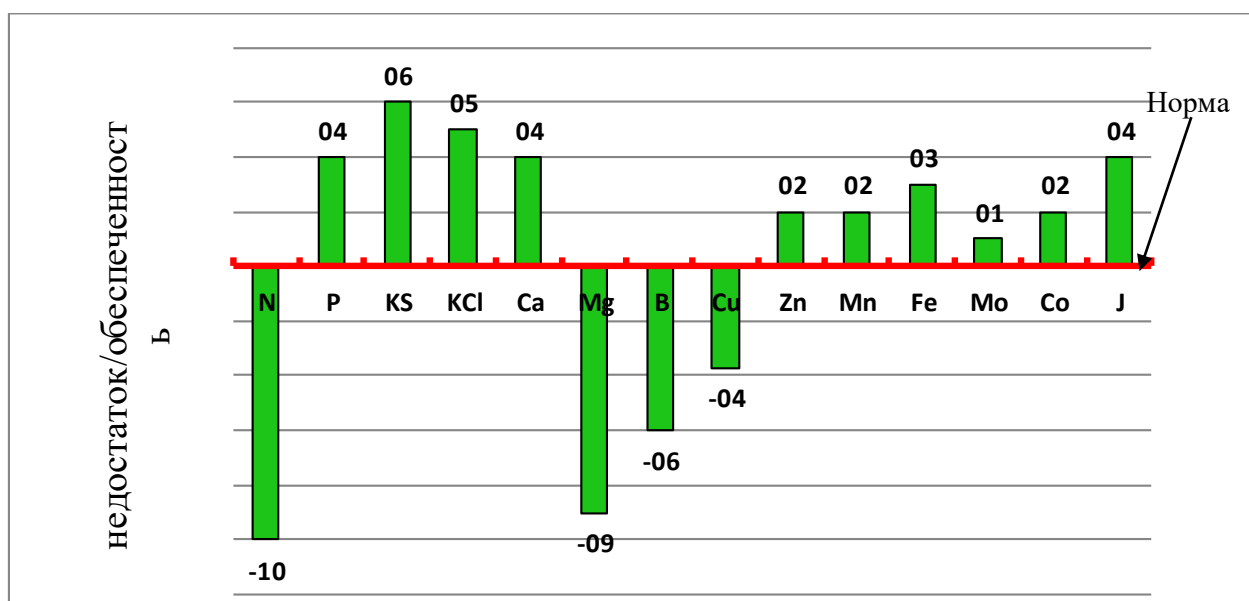


Рисунок 16 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_2 , среднее 2016–2018 гг.

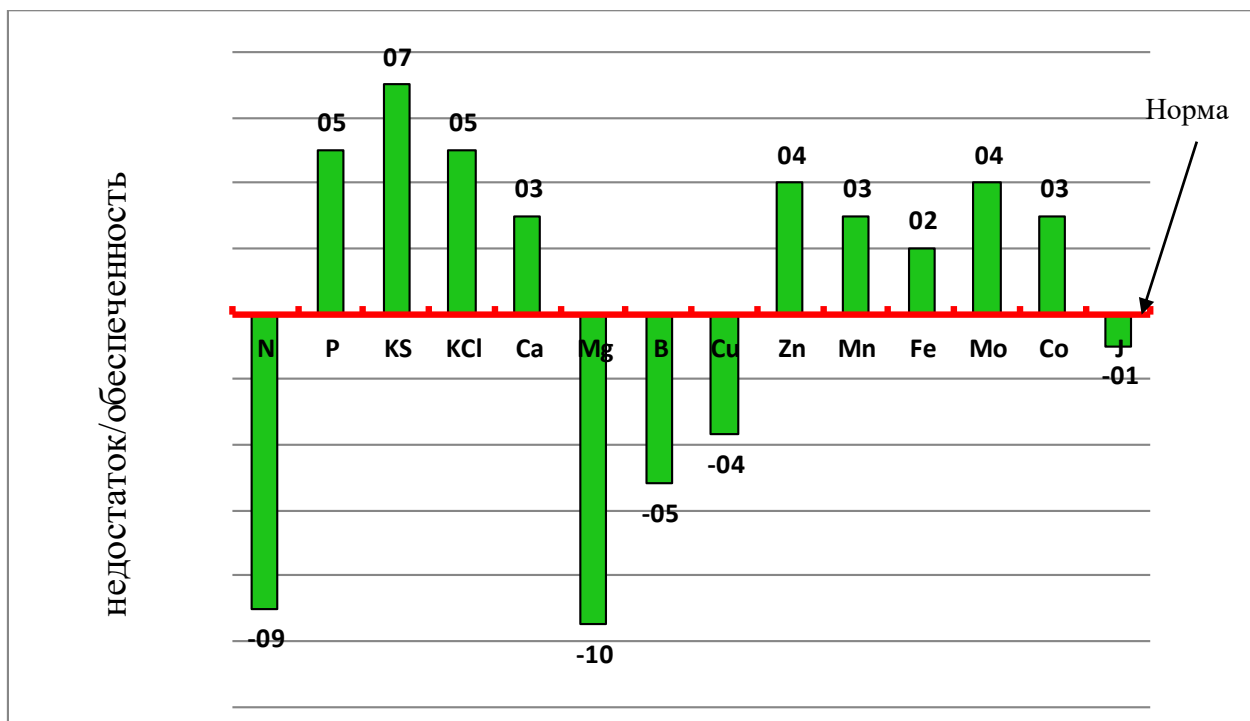


Рисунок 17 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_3 , среднее 2016–2018 гг.

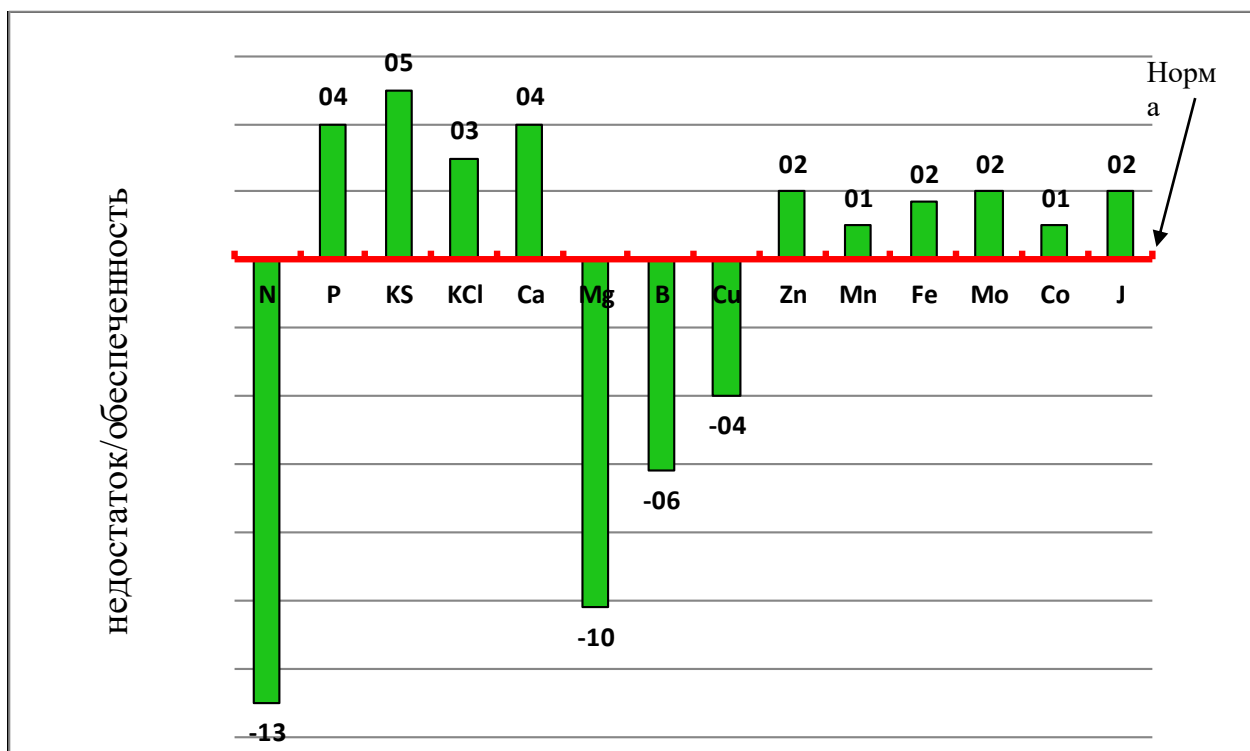


Рисунок 18 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_4 , среднее 2016–2018 гг.

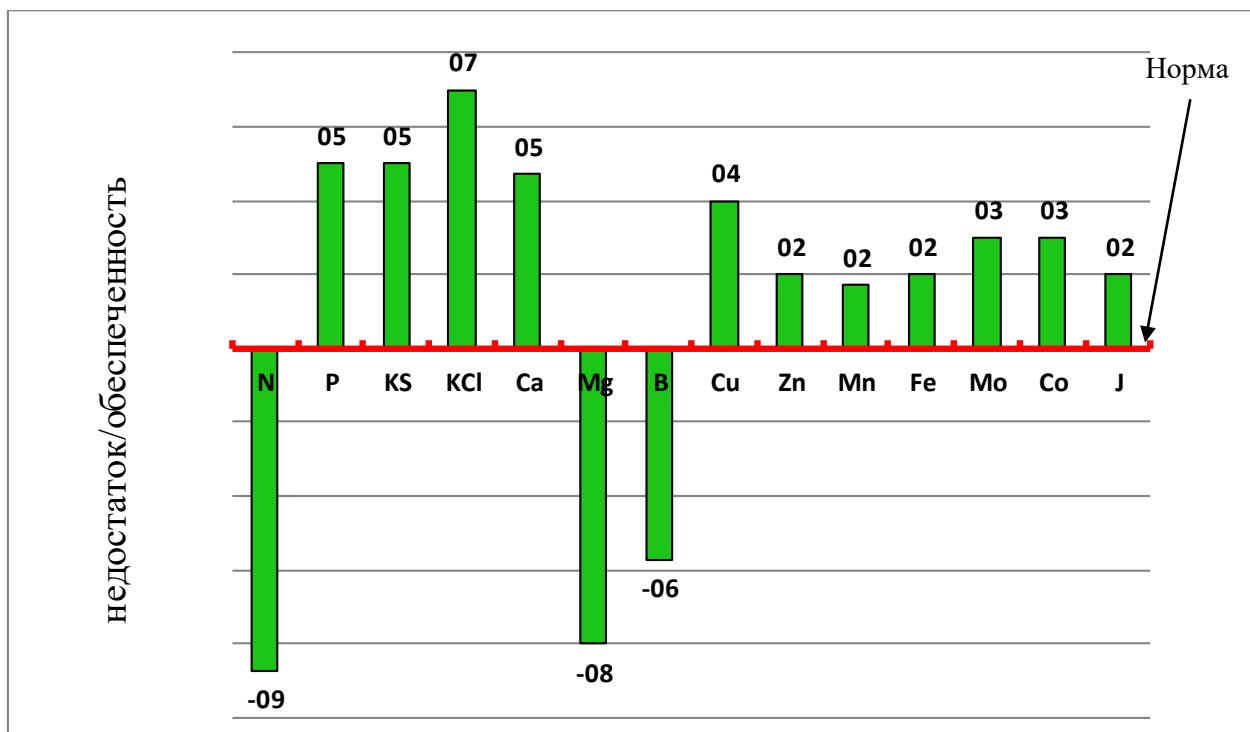


Рисунок 19 – Результаты листовой диагностики по варианту A_0B_5 , среднее 2016–2018 гг.

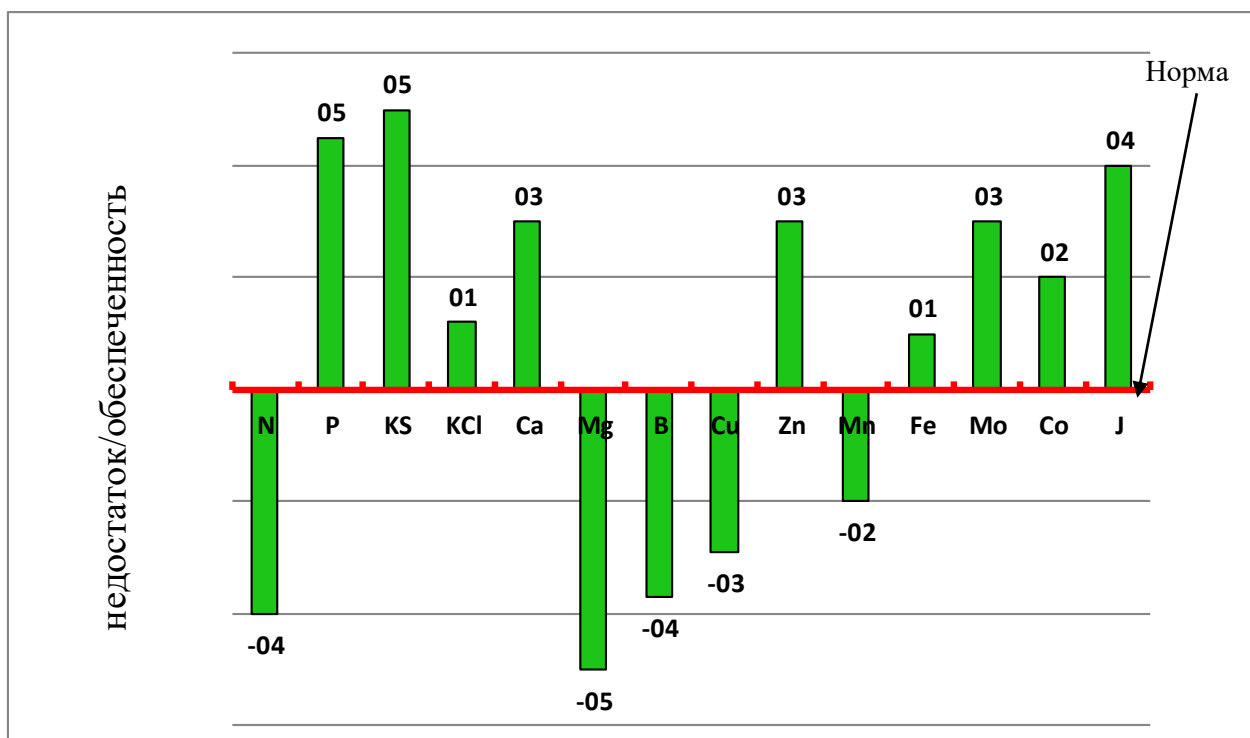


Рисунок 20 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_1 , среднее 2016–2018 гг.

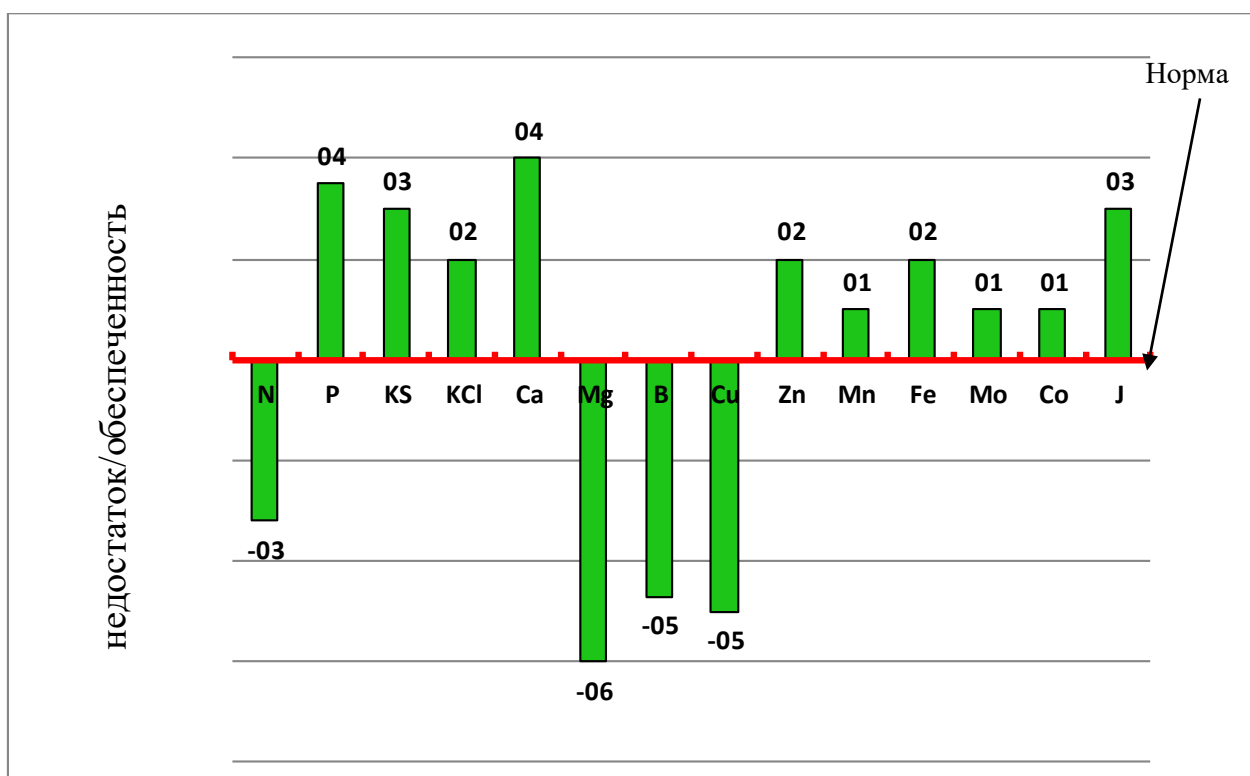


Рисунок 21 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_2 , среднее 2016–2018 гг.

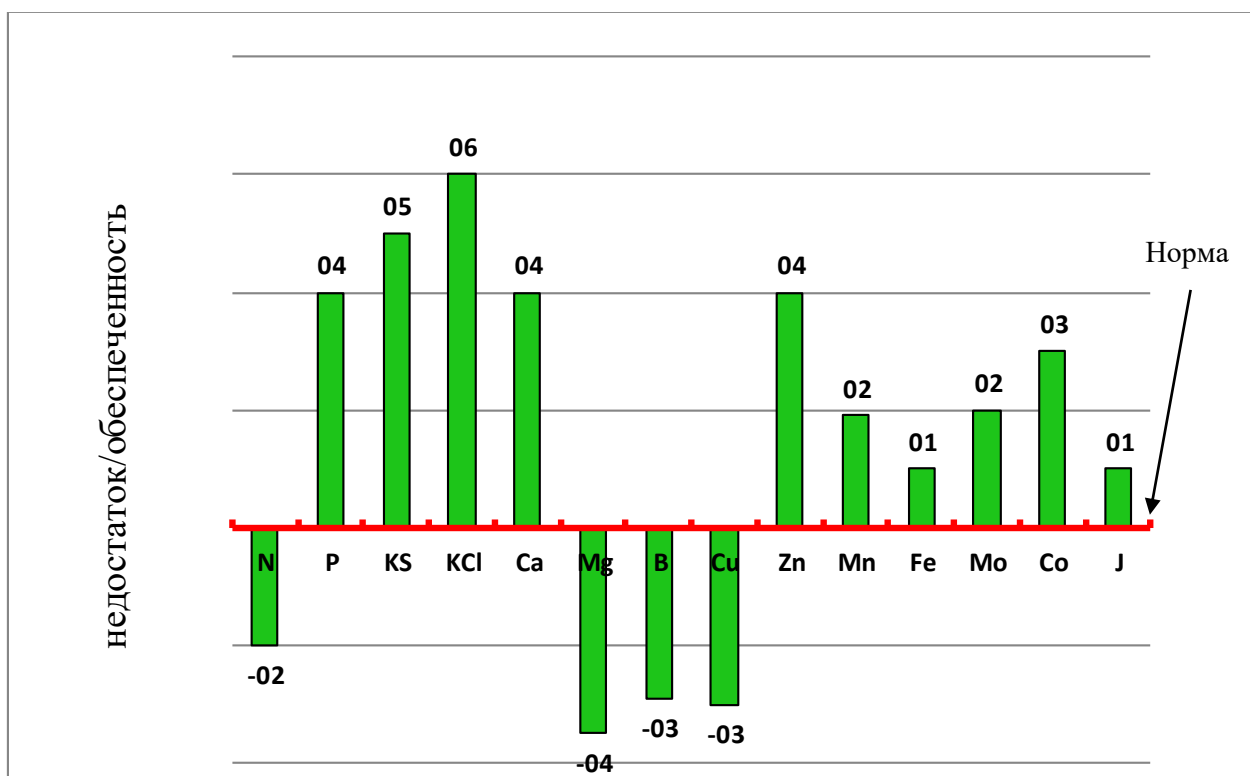


Рисунок 22– Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_3 , среднее 2016–2018 гг.

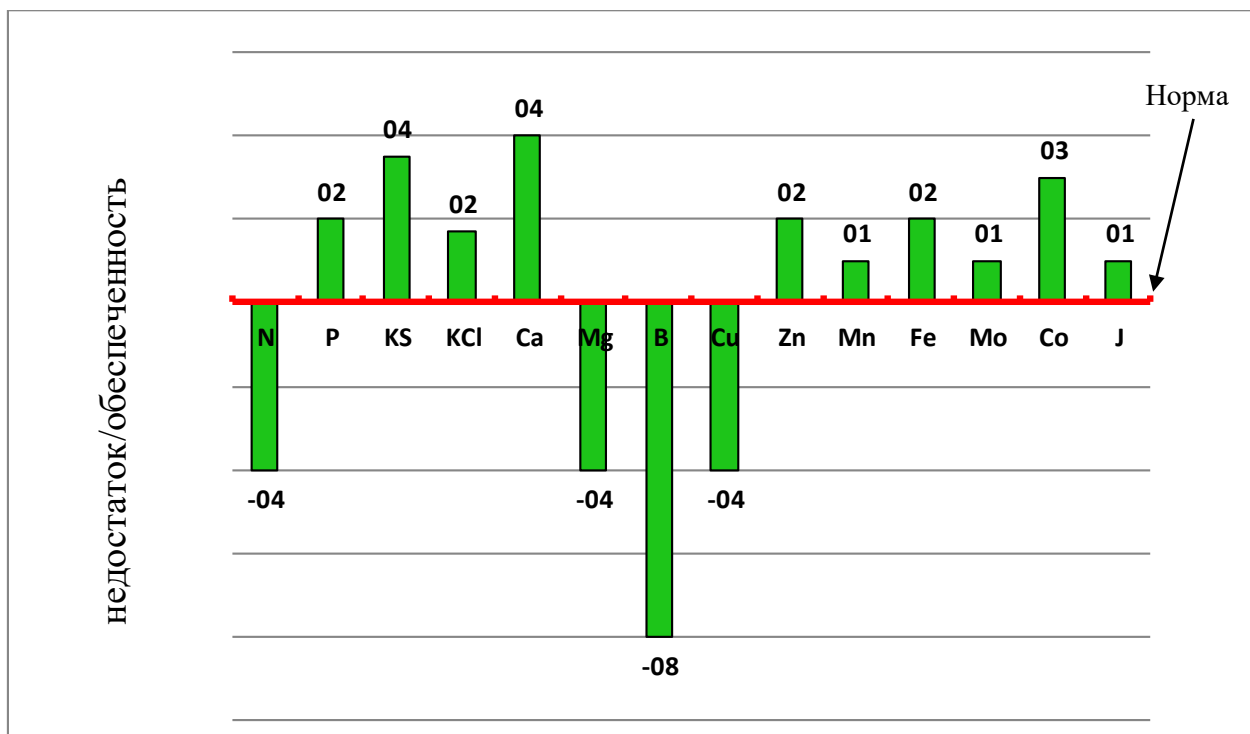


Рисунок 23 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_4 , среднее 2016–2018 гг.

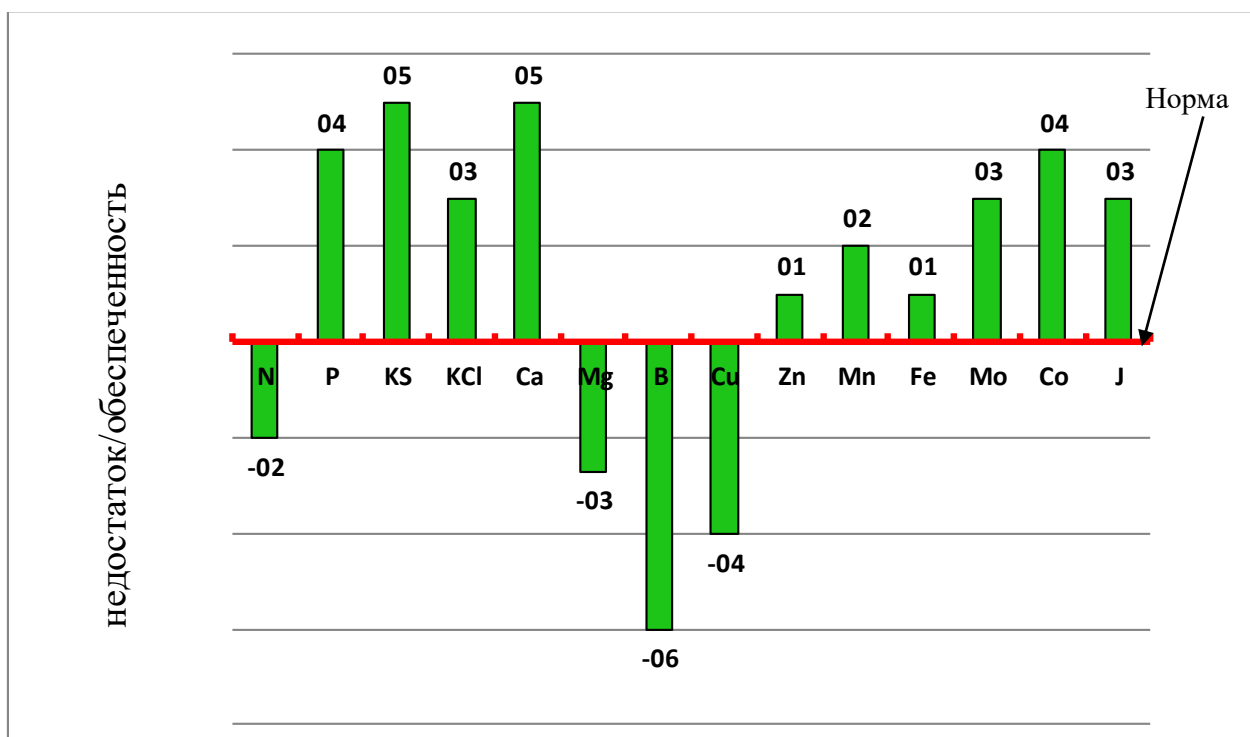


Рисунок 24 – Результаты листовой диагностики по варианту A_1B_5 , среднее 2016–2018 гг.

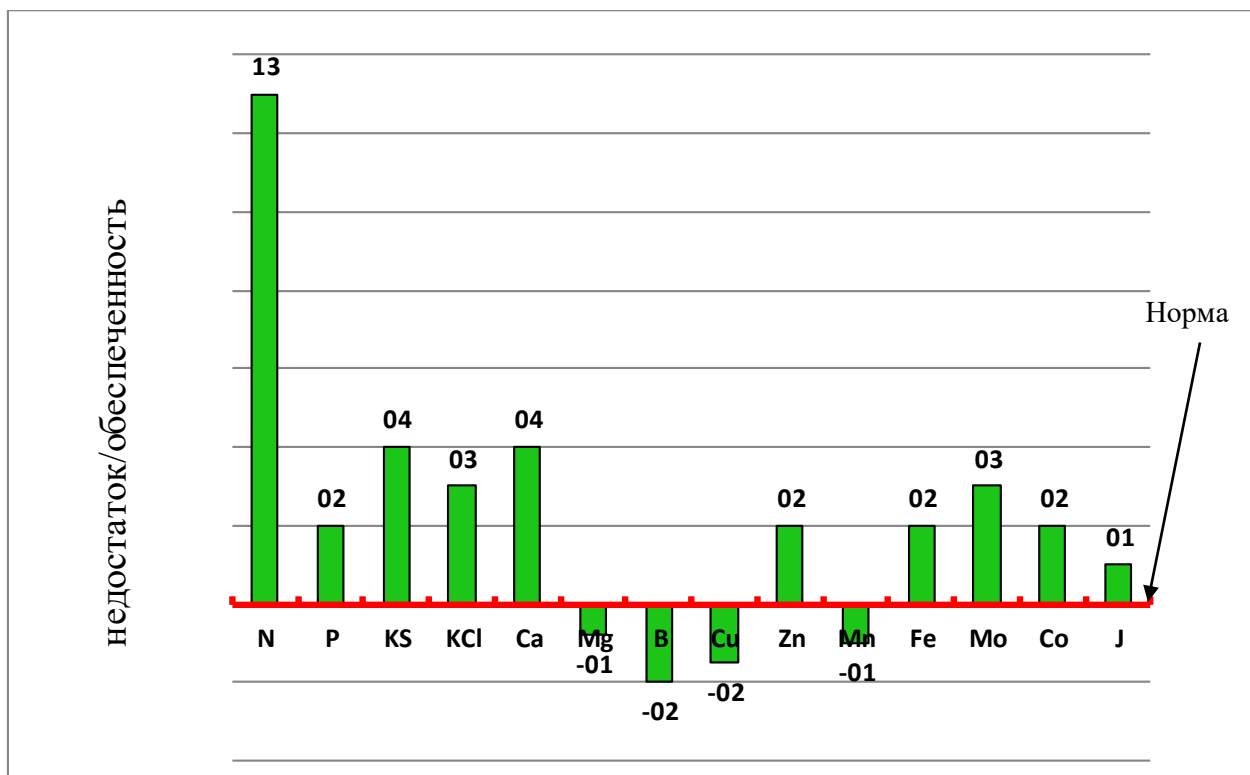


Рисунок 25 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_1 , среднее 2016–2018 гг.

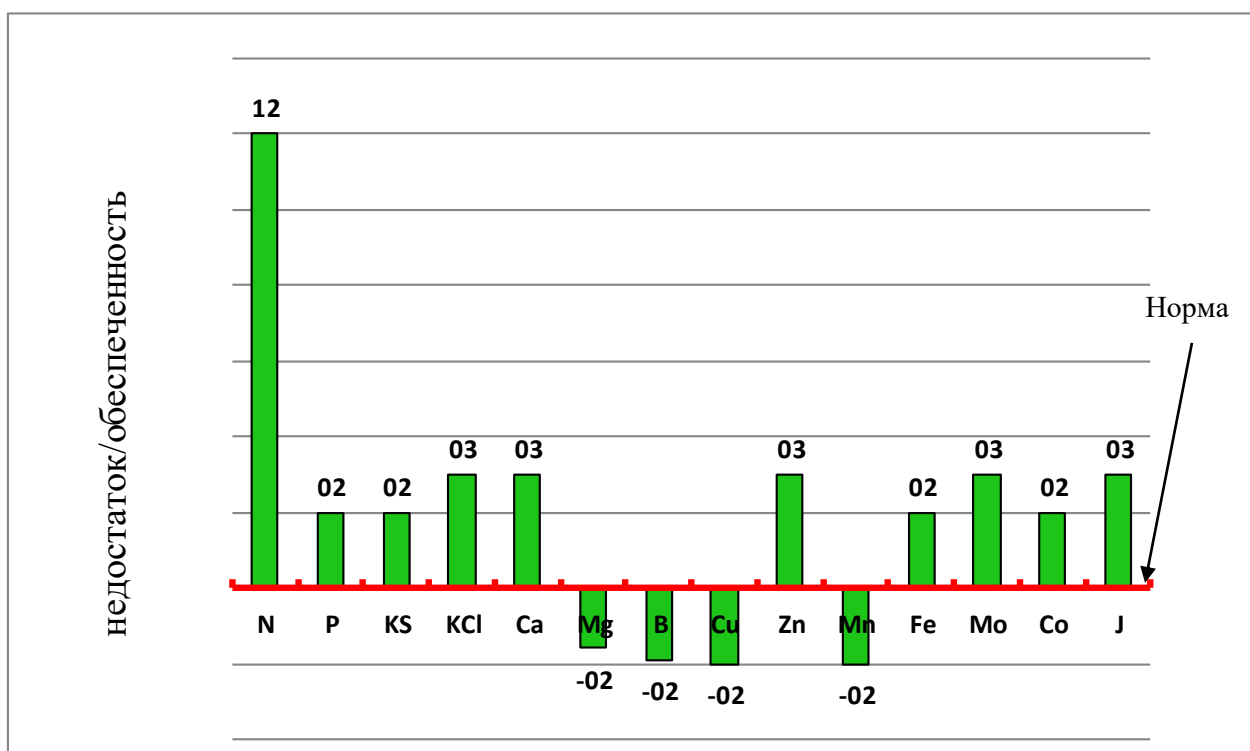


Рисунок 26 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_2 , среднее 2016–2018 гг.

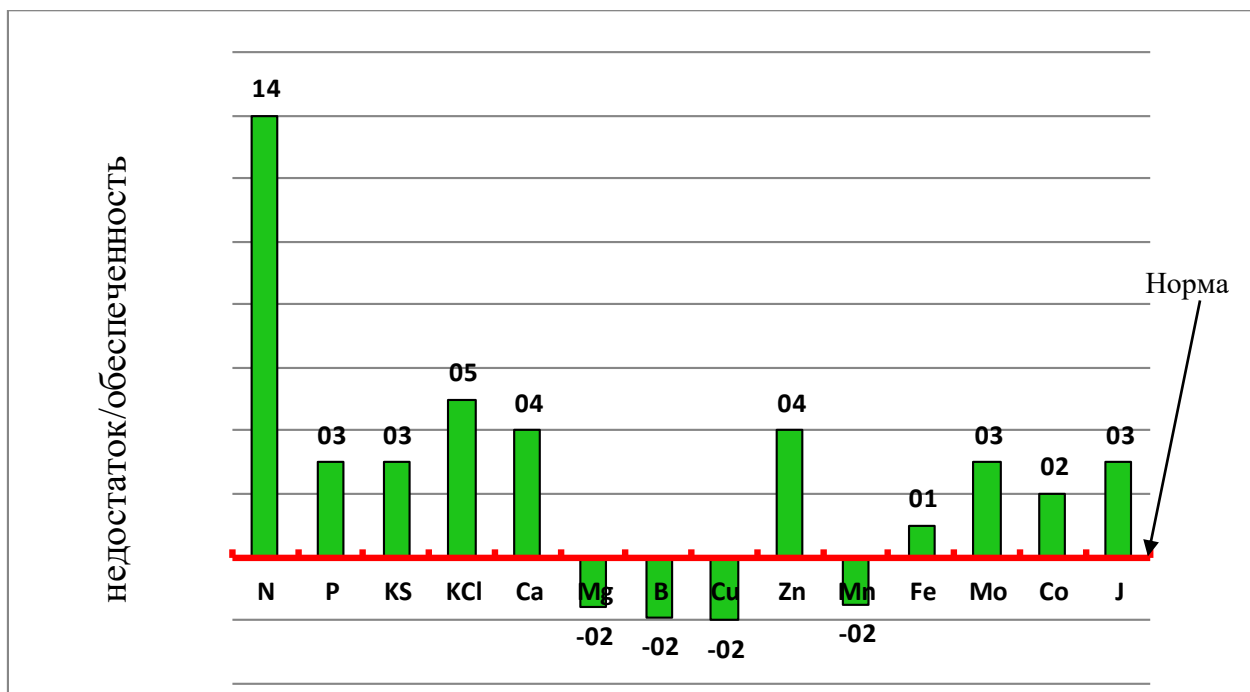


Рисунок 27 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_3 , среднее 2016–2018 гг.

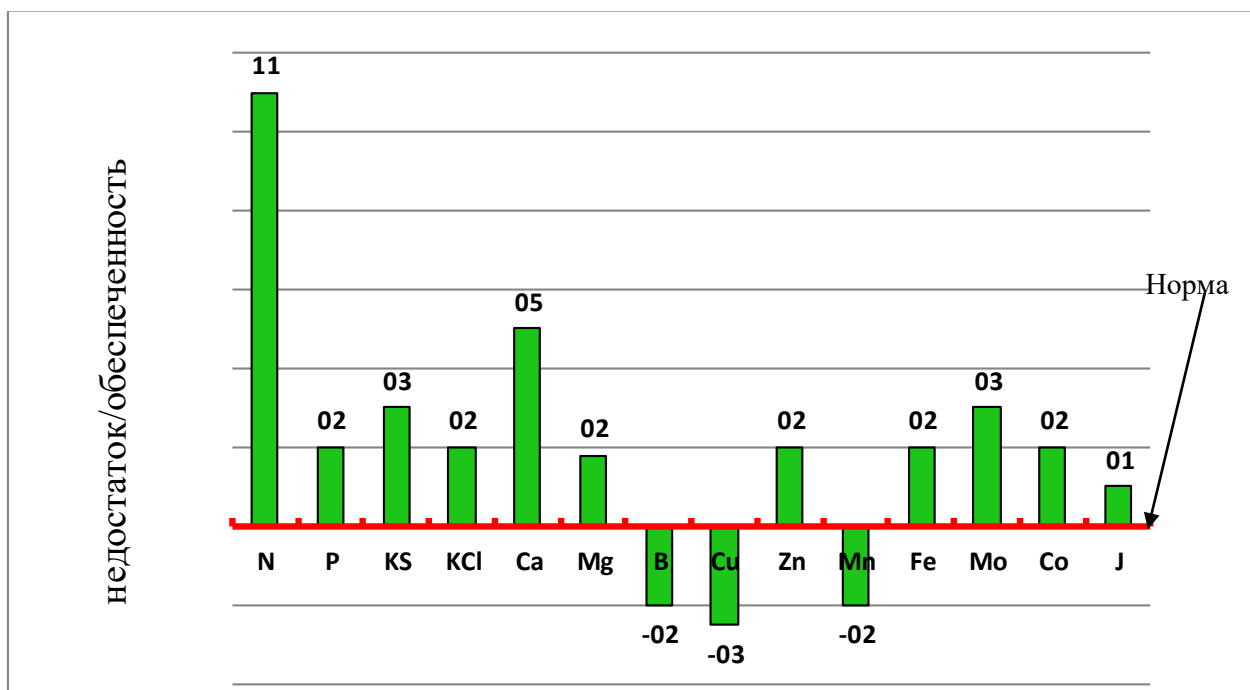


Рисунок 28 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_4 , среднее 2016–2018 гг.

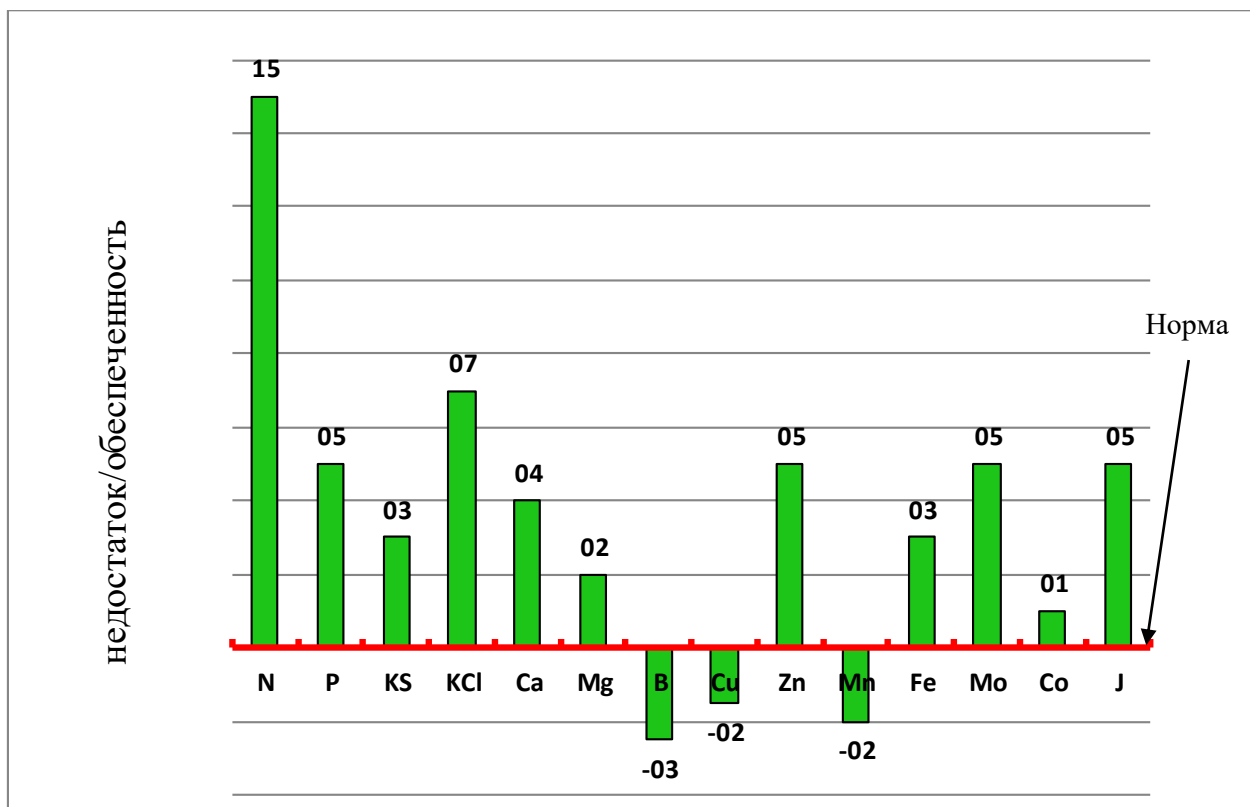


Рисунок 29 – Результаты листовой диагностики по варианту A_2B_5 , среднее 2016–2018 гг.

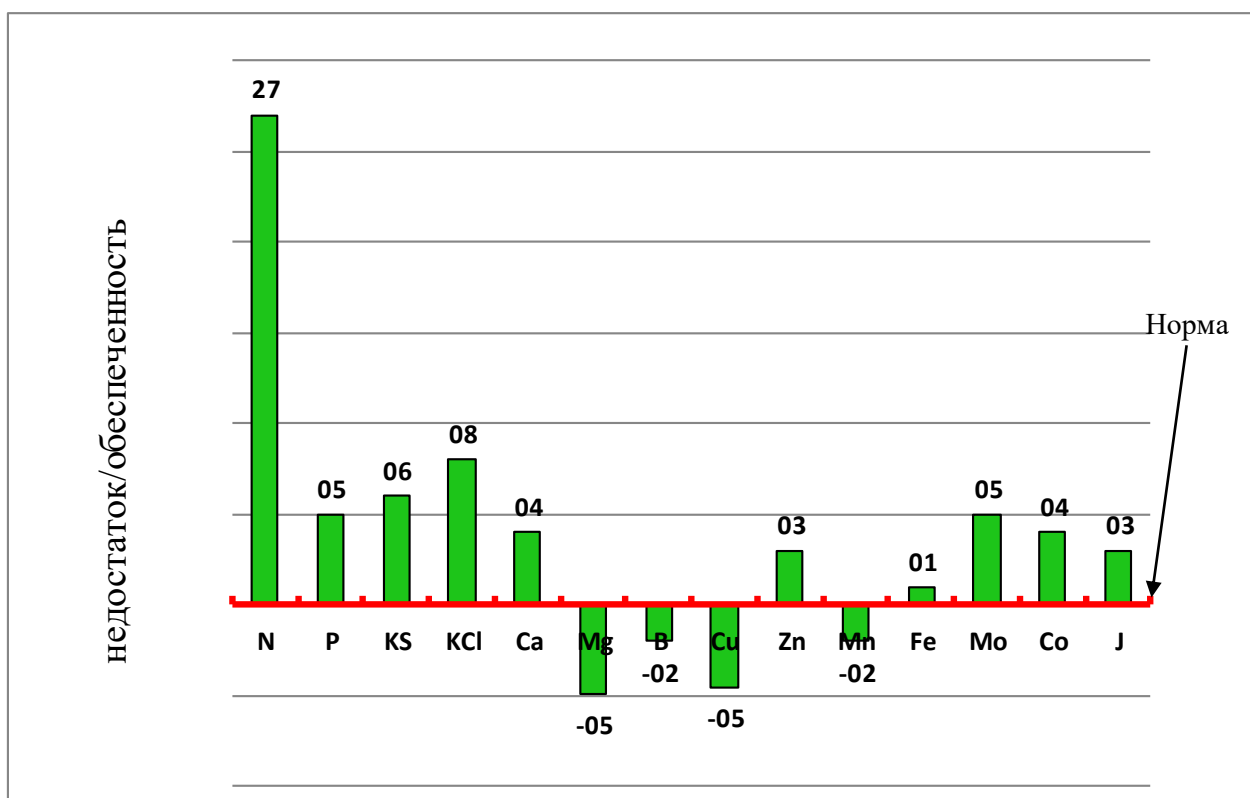


Рисунок 30 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_1 , среднее 2016–2018 гг.

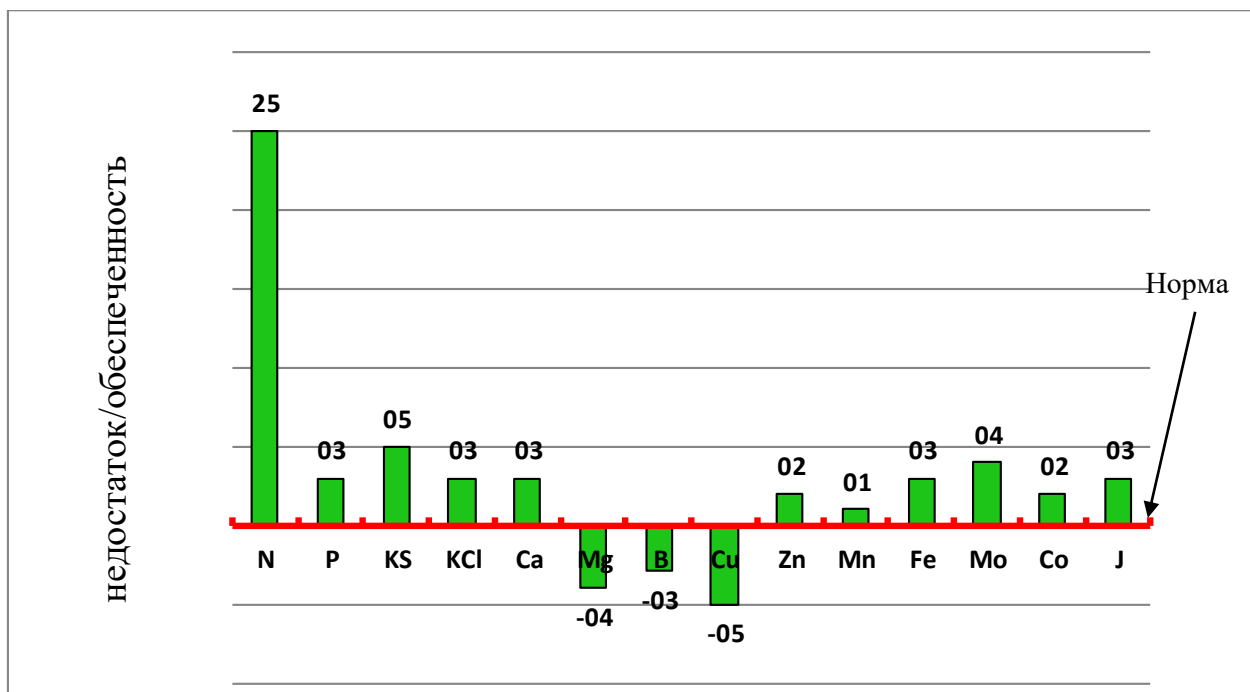


Рисунок 31 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_2 , среднее 2016–2018 гг.

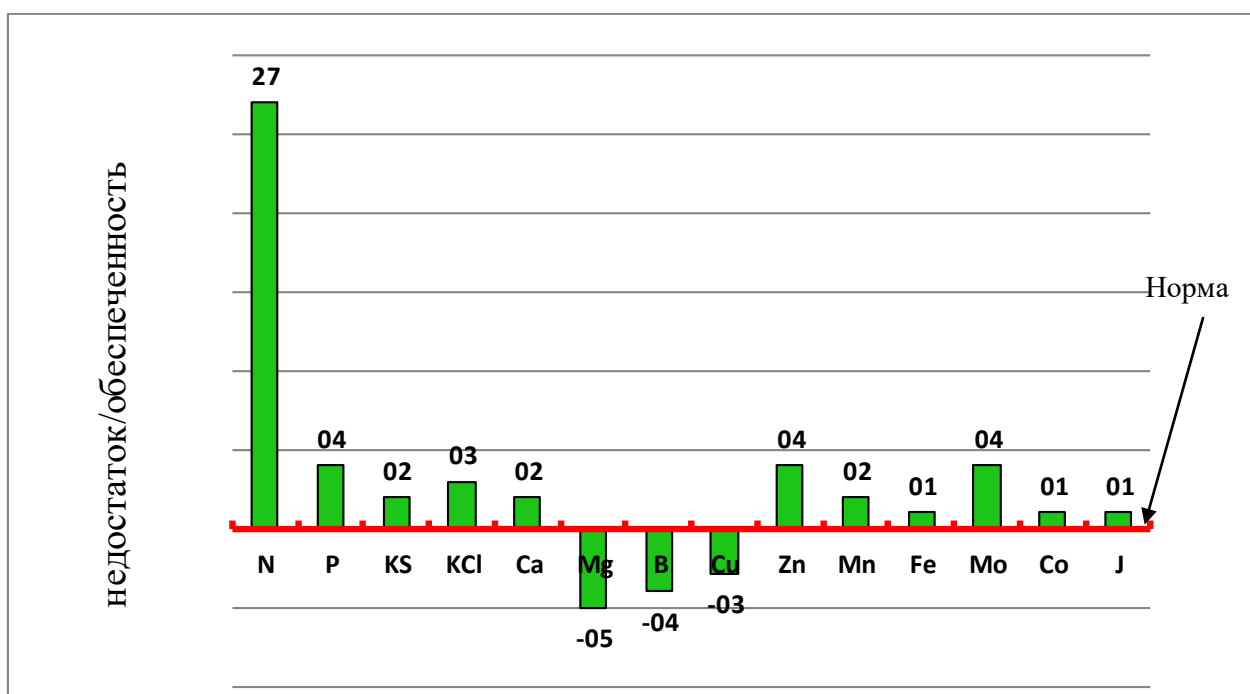


Рисунок 32 – Результаты листовой диагностики по варианту A_3B_4 , среднее 2016–2018 гг.

Таблица – Описательные статистики для опыта по изучению влияния уровня азотного питания и использования внекорневых обработок органоминеральными удобрениями

	Уровень - Фактор	N	t/ha - Ср.	B- Ср.	K - Ср.	N/M - Ср.	Z - Ср.	n/s - Ср.	s/m- Ср.	m 1000 - Ср.	d/k - Ср.	n/z - Ср.	S - Ср.
Всего		60	36,3	12,8		792,3	87,5	282,6	734,1	36,8	6,5	28,8	70,8
Год	2016	20	40,3	13,6	24,0	785,5	81,7	277,1	741,2	37,3	6,2	29,4	72,8
Год	2017	20	38,5	13,3	23,8	787,8	95,1	314,3	821,4	38,2	8,0	31,7	71,3
Год	2018	20	30,0	11,5	21,7	803,5	85,9	256,3	639,8	34,8	5,2	25,3	68,3
Доза азота	N0	15	18,5	10,8	17,8	749,3	85,3	211,3	635,3	31,7	4,2	19,6	56,1
Доза азота	N40	15	29,8	11,0	20,2	768,6	87,0	252,6	684,2	33,8	5,5	23,4	64,9
Доза азота	N80	15	44,5	13,8	26,0	786,8	88,3	277,7	777,2	38,2	7,1	33,3	76,9
Доза азота	N120	15	52,3	15,6	28,7	864,3	89,6	388,6	839,8	43,5	9,0	39,0	85,2
Внекорневая обработка	Контроль	12	28,4	12,5	21,1	767,3	86,7	276,3	725,4	36,3	6,3	27,9	69,7
Внекорневая обработка	Нутривант+	12	35,9	12,9	22,5	798,5	87,2	285,3	739,3	37,0	6,6	29,7	71,3
Внекорневая обработка	Атланте	12	38,7	12,5	22,9	790,8	87,8	284,1	734,9	36,5	6,3	28,3	69,6
Внекорневая обработка	Микрокарт	12	38,6	12,8	24,3	803,4	87,7	278,7	749,9	37,2	6,6	29,4	71,6
Внекорневая обработка	Аминокат	12	39,9	13,2	25,1	801,3	88,3	288,5	721,2	36,9	6,4	28,8	71,8

Таблица – Описательные статистики для опыта по изучению влияния уровня азотного питания и использования внекорневых обработок органоминеральными удобрениями

	Уровень - Фактор	N	t/ha - Стд. ош.	B – Стд. ош.	K – Стд. ош.	N/M - Стд. ош.	Z - Стд. ош.	n/s – Стд. ош.	s/m - Стд. ош.	m 1000 - Стд. ош.	d/k - Стд. ош.	n/z - Стд. ош.	S – Стд.ош.
Всего		60	1,9	0,3	0,6	7,7	0,8	9,8	16,2	0,6	0,3	1,1	1,5
Год	2016	20	3,4	0,5	1,1	9,6	0,7	12,4	23,9	1,4	0,4	2,1	3
Год	2017	20	3,4	0,5	1,1	4,7	0,3	12,4	23,5	1	0,5	1,7	2
Год	2018	20	2,9	0,4	1	20,8	0,3	22,1	21,4	0,8	0,4	1,6	2,7
Доза азота	N0	15	1	0,2	0,4	3	1,8	15,9	24,1	0,3	0,2	0,4	1,1
Доза азота	N40	15	1,6	0,2	0,4	2,5	1,6	5,1	24,5	0,3	0,3	1,2	0,6
Доза азота	N80	15	2,3	0,2	0,7	17	1,3	8,6	22,5	0,4	0,5	0,9	0,7
Доза азота	N120	15	2,1	0,4	0,5	12,7	1,4	4,8	30,8	0,8	0,3	0,7	0,9
Внекорневая обработка	Контроль	12	3,6	0,7	1,3	22,8	1,9	19,1	36,1	1,4	0,7	2,6	3,5
Внекорневая обработка	Нутривант+	12	3,8	0,7	1,3	15,4	1,8	20,4	38,5	1,5	0,7	2,5	3,4
Внекорневая обработка	Атланте	12	4,3	0,7	1,3	14,8	1,8	21,7	36,9	1,4	0,6	2,5	3,6
Внекорневая обработка	Микрокарт	12	4,9	0,7	1,4	15,9	1,7	27,8	38,1	1,5	0,7	2,6	3,5
Внекорневая обработка	Аминокат	12	4,6	0,7	1,5	17,1	1,7	22,8	37,6	1,4	0,7	2,4	3,4

Примечания: Ср. – среднее; std.ош. – стандартная ошибка; t/ha – урожайность; B – массовая доля белка в зерне; K – массовая доля клейковины в зерне; N/M – натурная масса зерна; Z – зимостойкость; n/s – количество продуктивных стеблей на единице площади; s/m – сырая масса растений; m₁₀₀₀ – масса 1000 зерен; d/k – длина колоса; n/z – количество зерен в колосе; S – стекловидность зерна.

Таблица – Описательные статистики для опыта по изучению влияния уровня азотного питания и использования внекорневых обработок препаратами Флора-С и Фитоп-Флора-С

	Уровень - Фактор	N	t/ha - Среднее	t/ha - Стд.ош.	В - Среднее	В - Стд.ош.	К - Среднее	К - Стд.ош.	N/M - Среднее	N/M - Стд.ош.	S - Среднее	S – Стд. .ош.	Z - Среднее	Z - Стд.ош.
Всего		71	29,62	1,46	12,94	0,26	21,69	0,53	778,54	3,38	71,66	1,41	87,8	0,63
Год	2016	23	33,64	2,72	13,67	0,48	22,93	0,93	778,63	6,57	75,16	2,88	84,05	1,08
Год	2017	24	31,61	2,57	13,34	0,42	22,51	0,97	784,33	3,47	71,79	1,64	91,8	1,07
Год	2018	24	23,79	1,89	11,85	0,4	19,7	0,75	772,67	6,94	68,19	2,55	87,4	0,32
Доза азота	N40	18	23,44	0,67	11,24	0,22	19,04	0,21	767,64	2,07	65,37	0,57	88	1,34
Доза азота	N80	18	31,81	0,76	13,93	0,18	23,17	0,27	779,94	2,42	78,74	1,16	88,51	1,17
Доза азота	N120	18	46,54	1,86	15,72	0,29	27,6	0,61	818,67	2,57	85,1	0,88	87,9	0,89
Доза азота	N0	17	15,95	0,81	10,75	0,18	16,69	0,39	746,12	3,08	56,6	1,16	86,75	1,66
Внекорневая обработка	B1	12	28,96	3,64	12,55	0,65	21,25	1,32	776,38	8,56	70,19	3,56	87,29	1,65
Внекорневая обработка	B2	12	29,19	3,66	13,23	0,63	21,7	1,33	778,98	8,55	72,07	3,48	87,89	1,7
Внекорневая обработка	B3	12	30,24	3,75	13,2	0,69	22,09	1,35	779,88	8,56	72,72	3,58	88,13	1,75
Внекорневая обработка	B4	12	29,35	3,66	12,57	0,65	21,27	1,33	776,79	8,45	70,48	3,61	87,59	1,54
Внекорневая обработка	B5	12	30,73	3,76	13,45	0,66	22,45	1,35	780,44	8,64	73,26	3,67	87,77	1,44
Внекорневая обработка	B0	11	29,24	3,83	12,63	0,71	21,38	1,41	778,8	8,69	71,21	3,43	88,17	1,52

Примечания: t/ha – урожайность; В – массовая доля белка в зерне; К – массовая доля клейковины в зерне; N/M – натурная масса зерна; S – стекловидность зерна ;Z – зимостойкость.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Кутыко С.П.
ООО Фитосовхоз "Радуга"
 (подпись)
 «06» июня 202 0 г.

АКТ

О внедрении завершенных научных разработок в опытных и базовых хозяйствах
 Республики Крым

1. Место внедрения ООО Фитосовхоз "Радуга", "Симферопольский район"
2. Наименование внедряемого мероприятия сорт в. пшеницы "Амарико", внедрение обработки препаратом "Амискар", микроарт и нитрифант +, на дубово-орешковом лесу, Новое земледелие и растениеводство КФУ "НАБИЛ"
3. Каким научно-исследовательским отделом рекомендовано к внедрению Кадровое
4. Кем и когда принято решение о внедрении, № и дата решения Договор №23 от 09.02.2019г.
5. Объем внедрения 100 га
6. Урожайность и продуктивность нитрифант + (Новое) 49 ц/га
Амискар (Новое) 56 ц/га
микроарт (Новое) - 62 ц/га
7. Условия внедрения (почва, погодные условия и др.) соответствовали техно-
логии возделывания твердой пшеницы
8. С каким контролем проводилась сравнительная оценка внедряемой разработки контроль вливаний на том же поле, (5 га)
9. Оценка результатов внедрения (проводится сравнение с контролем по всем количественным и качественным показателям, отмечаются преимущества и недостатки) Все технологические операции выполня-
лись с помощью технологической карты
вспашивание земли твердой пшеницы на
дубово
10. Фактический экономический эффект на единицу измерения 19000 руб/га
 на весь объем внедрения 1900 000 руб
11. Ответственные исполнители:

ПОДПИСИ:

Директор Кутыко С.П.
 Гл. агроном Титаренко А.П.
 (подпись)
 Акт составлен 06 июня 202 0 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Директор Мамедов А.Т.
Мамедов А.Т.
 (подпись)
 «08» августа 2019 г.

АКТ

О внедрении завершенных научных разработок в опытных и базовых хозяйствах
 Республики Крым

1. Место внедрения ИП Мамедов А.Т. Краснотарский
 (хозяйство, район) г. Сим., Т. Крым
2. Наименование внедряемого мероприятия сорт пшеницы Амаранка
внедрение обработки препаратом Радар-С и Фитон-Фитос-С, удобрение азотом по 100 кг/га
3. Каким научно-исследовательским отделом рекомендовано к внедрению
Кафедра земледелия и садоводства КРУ "ННБС"
4. Кем и когда принято решение о внедрении, № и дата решения
Договор 4 от 03.03.2018г.
5. Объем внедрения 50 га
6. Урожайность и продуктивность уровень агротехники ННБ
Радар-С и Фитон-Фитос 2х крб 40,5 ц/га
Фитос Фитон-Фитос 3х крб 43,4 ц/га
7. Условия внедрения (почва, погодные условия и др.) соответствие
технологии возделывания твердой пшеницы
8. С каким контролем проводилась сравнительная оценка внедряемой разработки
контроль всходов на том же поле 12-го
9. Оценка результатов внедрения (проводится сравнение с контролем по всем количественным и качественным показателям, отмечаются преимущества и недостатки) Все технологические операции выполнялись
с учетом технологических карт. Внедрение
твердой пшеницы на сухом поле
10. Фактический экономический эффект на единицу измерения 12300 руб/га
 на весь объем внедрения 615000 руб
11. Ответственные исполнители:

ПОДПИСИ:



Директор
 Гл. агроном

Мамедов А.Т. (Мамедов А.Т.)
Мамедов А.Т. (Мамедов А.Т.)

Акт составлен «08» августа 2019 г.