

На правах рукописи

ИВАНОВА МАРИЯ ВИКТОРОВНА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВЫХ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК
СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В
ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Омск – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина».

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор Бобренко Игорь Александрович

Официальные оппоненты: Ерёмин Дмитрий Иванович, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории геномных исследований в растениеводстве Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра СО РАН

Мамеев Василий Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет»

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий»

Защита состоится «18» июня 2024 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 99.2.117.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, д. 2., тел. 8 (846) 6346131.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» и на сайте www.ssaa.ru

Автореферат разослан

«__» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Троц Наталья Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Химизация сельскохозяйственного производства, является одним из важнейших факторов интенсификации, играет ведущую роль в повышении экономической эффективности растениеводства и наращивании объемов продукции с единицы площади пашни. Повышение эффективности земледелия в первую очередь с использованием удобрений является действенным способом решения проблемы обеспечения продовольствием. Данные науки и производства в различных зонах страны показывают, что урожайность зерновых культур может быть увеличена на 15-50 % за счет применения минеральных удобрений (Минеев В.Г. и др., 2017).

Мягкая яровая пшеница возделывается по всему миру и является одной из наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Ее зерно содержит значительное количество клейковины, белков и других ценных веществ, поэтому широко применяется для продовольственных целей; зерно и отруби – высококонцентрированный корм для использования в животноводстве (Посыпанов Г.С. и др., 2006; Сычев В.Г. и др., 2018).

Из всех факторов, влияющих на физиолого-биохимические процессы в растениях, и таким образом, на величину и качество урожая, ведущая роль принадлежит минеральному питанию. Большую роль при этом играет правильный выбор доз, сроков и способов внесения минеральных удобрений. Наряду с основным и припосевным удобрением листовая подкормка занимает важное место в системе мер, способствующих высокой продуктивности культурных растений. Функция подкормки – усиление питания растений сельскохозяйственных культур в определенные периоды их развития в течение вегетации (Авдонин Н.С., 1972; Шафран С.А., 2000).

Степень разработки темы. Яровая пшеница отзывчива на удобрение в южной лесостепи Западной Сибири (Болдырев Н.К., 1961, 1972; Кочергин А.Е., 1965; Волков Е.Д., 1969; Храмов И.Ф., 1997; Гоман Н.В. и др., 2018, 2019; Бобренко И.А. и др., 2020; Воронкова Н.А. и др., 2020). Но в настоящее время существует большое количество районированных сортов, реакция которых на изменения уровня минерального питания в данной зоне не исследовалось. Применение некорневых азотных подкормок с использованием установленных в экспериментах наиболее эффективных способов и агрохимических нормативных параметров даст возможность управлять питанием растений для получения высокого и качественного урожая зерна яровой пшеницы с учетом сортовой специфики.

Ранее в проводимых исследованиях в лесостепи Западной Сибири не изучалось применение азотных подкормок при различных способах их использования (однократное и двухкратное применение в течение вегетации на различных фонах по обеспеченности минеральным питанием) с учетом сортовой специфики.

Цель исследований – установить оптимальные способы применения некорневых азотных подкормок и агрохимические нормативные параметры для

управления минеральным питанием растений различных сортов яровой пшеницы на лугово-черноземных почвах южной лесостепи Западной Сибири.

Задачи исследований:

– выявить действие некорневых азотных подкормок на урожайность и качество зерна различных сортов яровой пшеницы;

– установить эффективность применения некорневых азотных подкормок сортов яровой пшеницы с учетом уровня обеспеченности растений элементами питания;

– установить для сортов яровой пшеницы оптимальные уровни и соотношения элементов в растениях;

– установить нормативные затраты элементов для создания 1 т зерна, коэффициенты использования элементов питания из почвы, удобрений и интенсивности действия удобрений на содержание доступных элементов в почве;

– оценить биоэнергетическую и экономическую эффективность применения азотных удобрений под различные сорта яровой пшеницы.

Объект и предмет исследований. Объекты исследований: пшеница яровая (*Triticum L.*) (сорта Столыпинская 2, Элемент 22, ОмГАУ 90), лугово-черноземная почва, азотные и фосфорные удобрения.

Предметом является исследование по изучению эффективности способов применения азотных удобрений в течение вегетации при возделывании районированных сортов яровой пшеницы.

Научная новизна исследований. Впервые в южной лесостепи Западной Сибири установлена эффективность некорневых азотных подкормок яровой пшеницы на различных фонах минерального питания с учетом сортовой специфики. Выявлены закономерности влияния некорневых азотных подкормок на величину и качество урожая, оптимальное содержание и соотношение элементов в растениях сортов для диагностики питания. Установлено действие удобрений на потребление элементов питания растениями, концентрацию доступных форм элементов в почве, определены нормативные агрохимические показатели для управления минеральным питанием растений.

Практическое значение. Выявленные лучшие способы азотных некорневых подкормок дают возможность оптимизировать поступление элементов питания в растения различных сортов яровой пшеницы, создавая сбалансированное питание и тем самым управлять формированием продуктивности растений. Использование расчетных доз удобрений на основе предложенных агрохимических показателей позволяет увеличить их агрономическую и экономическую эффективность.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на изучении научной литературы, составлении программы исследований.

Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методами статистического, корреляционного и регрессионного анализов; эмпирические – полевые и лабораторные исследования.

Основные положения, выносимые на защиту:

– применение некорневых азотных подкормок при возделывании районированных сортов яровой пшеницы обеспечивает увеличение урожайности зерна на 6,25-10,8 %;

– использование установленных уровней и соотношений элементов в растениях сортов яровой пшеницы обеспечивают применение некорневых азотных подкормок на основе растительной диагностики в оптимальных расчетных дозах;

– выявленные зависимости между содержанием азота в растениях в ранние фазы развития, дозой азота удобрений и содержанием белка в зерне позволяют прогнозировать качество урожая.

Достоверность результатов подтверждается современными методами проведения полевых опытов, необходимым количеством наблюдений и учетов, наличием достаточного количества полученных экспериментальных данных и результатами их статистической обработки.

Апробация исследований. Основные положения работы были обсуждены на международных научно-практических конференциях: посвященных 100-летию Кубанского ГАУ «Стратегии и векторы развития в АПК» (Краснодар, 2021) и 100-летию кафедры агрохимии Белорусской ГСХА «Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы» (Беларусь, Горки, 2021), «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата» (Саратов, 2022 г.). Опубликованы в 8 печатных работах, 5 из которых в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК РФ.

Результаты исследований прошли производственную проверку в ООО «Сосновское», «ЭйТи-Трейд», «РУСКОМ-Агро» Омской области на площади 4110 га, используются в учебном процессе.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 145 страницах. Состоит из введения, шести глав, заключения, рекомендаций производству. Содержит 22 таблицы, 12 рисунков, 10 приложений. Список литературы включает 204 наименований, в том числе 19 – на иностранных языках.

Личный вклад состоит в участии в выборе темы исследований, формировании цели и задач, программы исследований; непосредственном участии в проведении полевых экспериментов и лабораторных анализов; обобщении и обработке полученных данных; подготовке диссертации и автореферата, написании статей.

Автор выражает искреннюю благодарность за научное руководство доктору сельскохозяйственных наук, профессору И.А. Бобренко, а также за всестороннюю помощь доцентам кафедры агрохимии и почвоведения В.П. Кормину и Н.В. Гоман; благодарит обучающихся Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина», принимавших непосредственное участие в проведении исследований.

1 МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ И УДОБРЕНИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В главе приведен анализ научной литературы по вопросам: Яровая пшеница (значение, распространение, особенности биологии и минерального питания); 1.1 Эффективность некорневых азотных подкормок зерновых культур; 1.2 Сортовые особенности реакции культурных растений на изменения условий минерального питания. Отражено влияние минеральных азотных удобрений на питание яровой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах. Установлено, что подбором сортов, отзывчивых на улучшение условий минерального питания, и применением оптимальных доз удобрений можно значительно повысить урожайность культур, в том числе яровой пшеницы.

2 ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований

Объектами исследований являлись: яровая пшеница (сорта Столыпинская 2, Элемент 22, ОмГАУ 90), лугово-черноземная почва, минеральные азотные и фосфорные удобрения.

Сорт яровой мягкой пшеницы *Столыпинская 2*. Относится к сортам среднераннего типа. Продолжительность периода от всходов до восковой спелости в конкурсном сортоиспытании варьировала от 78 до 89 суток. Сорт технологичен для возделывания, устойчив к полеганию.

Сорт яровой мягкой пшеницы *Элемент 22*. Элемент 22 по вегетационному периоду относится к сортам среднепозднего типа. Продолжительность периода от всходов до восковой спелости в конкурсном сортоиспытании варьировала от 80 до 97 суток. Сорт технологичен для возделывания, устойчив к полеганию.

Сорт яровой мягкой пшеницы *ОмГАУ 90*. По вегетационному периоду относится к сортам среднеспелого типа, вегетационный период 78-99 суток. Сорт высокоурожайный. Сорт высокоустойчив к бурой ржавчине. Устойчив к полеганию, среднеустойчив к засухе.

Почва лугово-черноземная маломощная среднегумусная тяжелосуглинистая. Содержание гумуса – 4,1 %, рН водной вытяжки – 6,9 ед. Обеспеченность в слое почвы 0-20 см опытного участка нитратным азотом – низкая, подвижным фосфором – повышенная, и калием – очень высокая.

Использовали в опытах удобрения карбамид (N – 46 %), суперфосфат двойной (P₂O₅ – 46 %).

2.2 Климат зоны и метеорологические условия в годы проведения исследований

Сумма активных температур составляла 1850-2150°C, среднегодовая сумма осадков 286-783 мм. Вегетационные периоды 2018 и 2019 гг. были холодным и влажными, а 2020 г. наоборот жарким и засушливым. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см перед посевами яровой пшеницы составили 121,1-172,2 мм.

2.3 Методика полевых и лабораторных исследований

Для решения задач исследований проведены полевые опыты в 2018-2020 гг. по схеме:

1. Без удобрений (контроль); 2. N_{10} - подкормка в фазу кущения; 3. N_{30} - подкормка в фазу выхода в трубку; 4. N_{10} - подкормка в фазу кущения + N_{30} - подкормка в фазу выхода в трубку; 5. NP (расчетный фон на 6 т/га); 6. фон + N_{10} - подкормка в фазу кущения; 7. фон + N_{30} - подкормка в фазу выхода в трубку; 8. фон + N_{10} - подкормка в фазу кущения + N_{30} - подкормка в фазу выхода в трубку.

Вносились следующие дозы на расчетном фоне по годам: 2018 – $N_{135}P_{75}$; 2019 – $N_{128}P_{95}$; 2020 – $N_{155}P_{132}$

Повторность в опыте трехкратная с систематическим размещением вариантов. Общая площадь делянки 20 м², учетная площадь 16 м². Минеральные удобрения вносили весной перед посевом в форме карбамида и двойного суперфосфата вручную под предпосевную культивацию, подкормку проводили 10-30% раствором мочевины (карбамида), 220 л/га рабочего раствора. Предшественник яровой пшеницы – яровая пшеница по чистому пару. Агротехника общепринятая для зоны южной лесостепи Омской области.

Закладку опытов, все учеты, наблюдения производили по общепринятым методикам (Доспехов Б.А, 1985; Пискунов А.С., 2004; Кидин В.В., 2008).

Химические анализы почв и растений проводили на кафедре агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Омский ГАУ общепринятыми в агрохимии и почвоведении методами (Пискунов А.С., 2004; Кидин В.В., 2008; Новицкий М.В. и др., 2009; Самофалова И.А., Рогизная Ю.А., 2013). В почвенных пробах определяли: рН почвы потенциометрическим методом; плотность твердой фазы пикнометрическим методом; нитратный азот по Грандваль-Ляжу; подвижный фосфор и калий по Чирикову (ГОСТ 26204-84).

Сжигание растительных навесок проводили методом мокрого озоления по Пиневиц; общий азот в полученном растворе определяли по методу «Индофенольной зелени»; фосфор по Дениже; калий – на пламенном фотометре.

Гигроскопическую влагу определяли методом высушивания в сушильном шкафу при температуре 105 ± 2 °С в растениях (ГОСТ 27548-97) и в почве (ГОСТ 28268-89). По общепринятым методикам проводили определение:

содержания белка (ГОСТ 10846-74), стекловидности зерна (ГОСТ 10987-79), клейковины (ГОСТ 27839-88).

Результаты полевых и лабораторных исследований подвергнуты математической обработке (Доспехов Б.А., 1985), экономическую и энергетическую эффективность определяли согласно общепризнанных методов (Минеев В.Г. и др., 2017; Бобренко И.А., 2022).

3 ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

3.1 Урожайность сортов яровой пшеницы при применении некорневых азотных подкормок

Экспериментальные данные (таблица 1) позволяют сделать вывод об эффективности применения некорневых подкормок при возделывании различных сортов яровой пшеницы. Наиболее урожайными были сорта Столыпинская 2 и ОмГАУ 90 (в контроле 4,29 и 4,30 т/га соответственно), наименее – Элемент 22 (3,52 т/га). Основное внесение при создании фона NP способствовало увеличению урожайности зерна с 4,29 т/га без удобрений до 5,29 т/га (Столыпинская 2), с 3,52 т/га до 4,55 т/га (Элемент 22), с 4,30 т/га до 5,30 т/га (ОмГАУ 90).

Некорневые подкормки N_{30} и $N_{10} + N_{30}$ как на фоне без основного внесения, так и на фоне NP положительно повлияли на урожайность зерна. На нулевом фоне прибавки составили соответственно у сорта Столыпинская 2 - 0,29 и 0,40 т/га (контроль – 4,29 т/га); у сорта Элемент 22 - 0,31 и 0,38 т/га (3,52 т/га); у ОмГАУ 90 – 0,31 и 0,39 т/га (4,30 т/га).

На фоне NP увеличение урожайности от азотных подкормок составило 0,25 и 0,30 т/га у сорта Столыпинская 2 (фон – 5,29 т/га); 0,16 и 0,15 т/га у сорта Элемент 22 (4,40 т/га); 0,06 и 0,09 т/га – у ОмГАУ 90 (5,21 т/га). То есть данный прием на фоне NP повысил достоверно урожайность только у сортов Столыпинская 2 и Элемент 22, причем в меньшей степени, чем на нулевом фоне.

Применение азотных подкормок яровой пшеницы в минимальной дозе N_{10} в фазу кущения обеспечило увеличение урожайности на 0,14; 0,22; 0,12 (фон без удобрений) и на 0,13; 0,02 и 0,01 т/га зерна (фон NP) соответственно в зависимости от сорта. То есть достоверно увеличивал урожайность на естественном фоне, а на азотно-фосфорном – только у сорта Столыпинская 2.

В результате экспериментов установлено, что азотные подкормки при возделывании яровой пшеницы на лугово-черноземной почве лесостепной зоны эффективны. Относительное увеличение урожайности яровой пшеницы от листовых подкормок на фоне NP ниже, чем в условиях недостаточного уровня доступных питательных веществ в лугово-черноземной почве, в первую очередь нитратного азота. Видимо, это объясняется тем, что при лучшей обеспеченности азотным питанием при внесении основного удобрения эффективность дополнительного (подкормки) намного ниже, так как растение хорошо обеспечено перед посевом, чего хватает для хорошего развития растений в течение всей вегетации.

Таблица 1 – Урожайность зерна в зависимости от некорневых азотных подкормок сортов мягкой яровой пшеницы (среднее 2018-2020 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка			
		т/га к фону		% к фону	
		без удобрений	NP	без удобрений	NP
Столыпинская 2					
Без удобрений	4,29	-	-	-	-
N ₁₀ [*]	4,43	0,14	-	3,26	-
N ₃₀ ^{**}	4,58	0,29	-	6,76	-
N ₁₀ [*] + N ₃₀ ^{**}	4,69	0,40	-	9,32	-
N ₁₃₉ P ₁₀₁ (фон)	5,29	1,00	-	23,3	-
Фон + N ₁₀ [*]	5,42	1,13	0,13	26,3	2,46
Фон + N ₃₀ ^{**}	5,54	1,25	0,25	29,1	4,73
Фон + N ₁₀ [*] + N ₃₀ ^{**}	5,59	1,30	0,30	30,3	5,67
Элемент 22					
Без удобрений	3,52	-	-	-	-
N ₁₀ [*]	3,74	0,22	-	6,25	-
N ₃₀ ^{**}	3,83	0,31	-	8,81	-
N ₁₀ [*] + N ₃₀ ^{**}	3,90	0,38	-	10,8	-
N ₁₃₉ P ₁₀₁ (фон)	4,40	0,88	-	25,0	-
Фон + N ₁₀ [*]	4,42	0,90	0,02	25,6	0,45
Фон + N ₃₀ ^{**}	4,56	1,04	0,16	29,5	3,64
Фон + N ₁₀ [*] + N ₃₀ ^{**}	4,55	1,03	0,15	29,3	3,41
ОмГАУ 90					
Без удобрений	4,30	-	-	-	-
N ₁₀ [*]	4,42	0,12	-	2,79	-
N ₃₀ ^{**}	4,61	0,31	-	7,21	-
N ₁₀ [*] + N ₃₀ ^{**}	4,69	0,39	-	9,07	-
N ₁₃₉ P ₁₀₁ (фон)	5,21	0,91	-	21,2	-
Фон + N ₁₀ [*]	5,22	0,92	0,01	21,4	0,19
Фон + N ₃₀ ^{**}	5,27	0,97	0,06	22,6	1,15
Фон + N ₁₀ [*] + N ₃₀ ^{**}	5,30	1,00	0,09	23,3	1,73
НСР ₀₅ : фактор А – сорт – 0,11; фактор В – подкормка – 0,13; АВ – 0,19.					

Примечание. Подкормки в фазу кущения* и выхода в трубку**

Эффективность удобрений для каждой культуры при прочих равных условиях зависит от доз и способов их внесения. Наилучшая агрономическая эффективность от подкормок N₁₀ на фоне без основного внесения удобрений: при возделывании сорта Столыпинская 2 – 14,0 кг; Элемент 22 – 22,0 кг; ОмГАУ 90 – 12,0 кг зерна на 1 кг удобрений. На фоне NP окупаемость при данной дозе снизилась и составила соответственно 4,85; 3,70 и 3,95 кг (таблица 2).

Таблица 2 – Агрономическая эффективность применения азотных удобрений при возделывании сортов мягкой яровой пшеницы (среднее 2018-2020 гг.)

Вариант	Прибавка, т/га	Окупаемость	
		1 кг д.в. удобрений на фонах, кг	
		Без удобрений	NP
Столыпинская 2			
N ₁₀	0,14	14,0	-
N ₃₀	0,29	9,70	-
N ₁₀ + N ₃₀	0,40	10,0	-
NP (фон)	1,00	4,48	-
Фон+N ₁₀	0,13	4,85	13,0
Фон+N ₃₀	0,25	4,94	8,33
Фон+N ₁₀ + N ₃₀	0,30	4,94	7,50
Элемент 22			
N ₁₀	0,22	22,0	-
N ₃₀	0,31	10,3	-
N ₁₀ + N ₃₀	0,38	9,50	-
NP (фон)	0,88	3,95	-
Фон+N ₁₀	0,02	3,70	2,00
Фон+N ₃₀	0,16	4,11	5,33
Фон+N ₁₀ + N ₃₀	0,15	3,92	3,75
ОмГАУ 90			
N ₁₀	0,12	12,0	-
N ₃₀	0,31	10,3	-
N ₁₀ + N ₃₀	0,39	9,75	-
NP (фон)	0,91	4,08	-
Фон+N ₁₀	0,01	3,95	1,00
Фон+N ₃₀	0,06	3,83	2,00
Фон+N ₁₀ + N ₃₀	0,09	3,80	2,25

В целом отзывчивость на применение подкормок на фоне NP у сорта Столыпинская 2 выше, чем у других сортов. Наименее эффективно применять подкормки на данном фоне при возделывании сорта ОмГАУ 90. Окупаемость азотных подкормок на фоне без удобрений существенно выше (9,50-22,0 кг/кг), чем на азотно-фосфорном фоне (1,0-13,0 кг/кг).

3.2 Влияние минеральных удобрений на структуру урожая сортов яровой пшеницы

Наибольшая густота стояния стеблей пшеницы к моменту уборки урожая (таблица 3) отмечено в варианте применения минеральных удобрений NP в основное внесение у сорта Столыпинская 2 – 556 шт./м² (контроль 514), а сорта

Элемент 22 и ОмГАУ 90 отличались наибольшими показателями в варианте с подкормками в фазу выхода в трубку: 561 (500) и 527 шт./м² (контроль 471).

Таблица 3 – Структура урожая и высота растений яровой пшеницы в зависимости от некорневых азотных подкормок (среднее 2018-2020 гг.)

Вариант	Высота растений, см	Густота стояния стеблей, шт./м ²	Кустистость		Масса 1000 зерен, г	Масса зёрен в колосе, г
			общая	продуктивная		
Столыпинская 2						
Без удобрений	100	514	2,55	2,20	40,2	0,74
N ₁₀ *	103	497	2,58	2,47	40,6	0,77
N ₃₀ **	101	538	2,59	2,50	43,0	0,71
N ₁₀ *+ N ₃₀ **	104	506	2,58	2,45	40,3	0,78
N ₁₃₉ P ₁₀₁ (фон)	108	556	2,66	2,47	42,3	0,97
Фон + N ₁₀ *	108	531	2,63	2,59	40,6	0,98
Фон + N ₃₀ **	112	512	2,58	2,49	40,9	1,02
Фон + N ₁₀ *+N ₃₀ **	114	519	2,66	2,60	42,5	1,00
Элемент 22						
Без удобрений	101	500	2,04	2,00	36,8	0,62
N ₁₀ *	100	499	2,17	2,16	36,3	0,66
N ₃₀ **	102	546	2,06	2,03	36,8	0,69
N ₁₀ *+ N ₃₀ **	104	540	2,25	2,21	35,9	0,65
N ₁₃₉ P ₁₀₁ (фон)	110	559	2,35	2,27	37,6	0,77
Фон + N ₁₀ *	112	524	2,44	2,32	37,6	0,80
Фон + N ₃₀ **	114	561	2,35	2,25	38,4	0,80
Фон + N ₁₀ *+N ₃₀ **	115	530	2,46	2,43	37,6	0,82
ОмГАУ 90						
Без удобрений	102	471	2,41	2,30	39,5	0,77
N ₁₀ *	100	520	2,84	2,50	39,3	0,78
N ₃₀ **	107	527	2,40	2,32	39,4	0,78
N ₁₀ *+ N ₃₀ **	102	513	2,77	2,53	38,5	0,83
N ₁₃₉ P ₁₀₁ (фон)	101	476	2,61	2,50	38,4	1,07
Фон + N ₁₀ *	105	510	2,65	2,55	39,5	1,03
Фон + N ₃₀ **	105	484	2,59	2,56	39,1	1,04
Фон + N ₁₀ *+N ₃₀ **	110	473	2,67	2,54	40,1	1,15
НСР ₀₅ : фактор А	8,81	45,5	0,15	0,12	1,21	0,08
фактор В	6,22	48,2	0,12	0,11	1,31	0,18
АВ	7,75	59,1	0,22	0,21	1,89	0,21

Примечание. Подкормки в фазу кущения* и выхода в трубку**

Наибольшая масса 1000 зерен сформировалась по фону NP с подкормками в основные фазы развития, что и является фактором хорошей урожайности в этих вариантах (по сортам от 37,6 до 43,0 грамм).

Продуктивная кустистость в лучших вариантах в соответствии с урожайностью по сортам составила: Столыпинская 2 – 2,60, Элемент 22 – 2,43 и ОмГАУ 90 – 2,54; в контроле ниже, соответственно 2,20; 2,00 и 2,30.

Минеральные удобрения увеличивали высоту растений. Наибольшая высота была у растений пшеницы на фоне NP: сорта Столыпинская 2 – 114 см; Элемент 22 – 115 см; ОмГАУ 90 – 110 см, при подкормке в фазу кущения и выхода в трубку (рисунок 1).

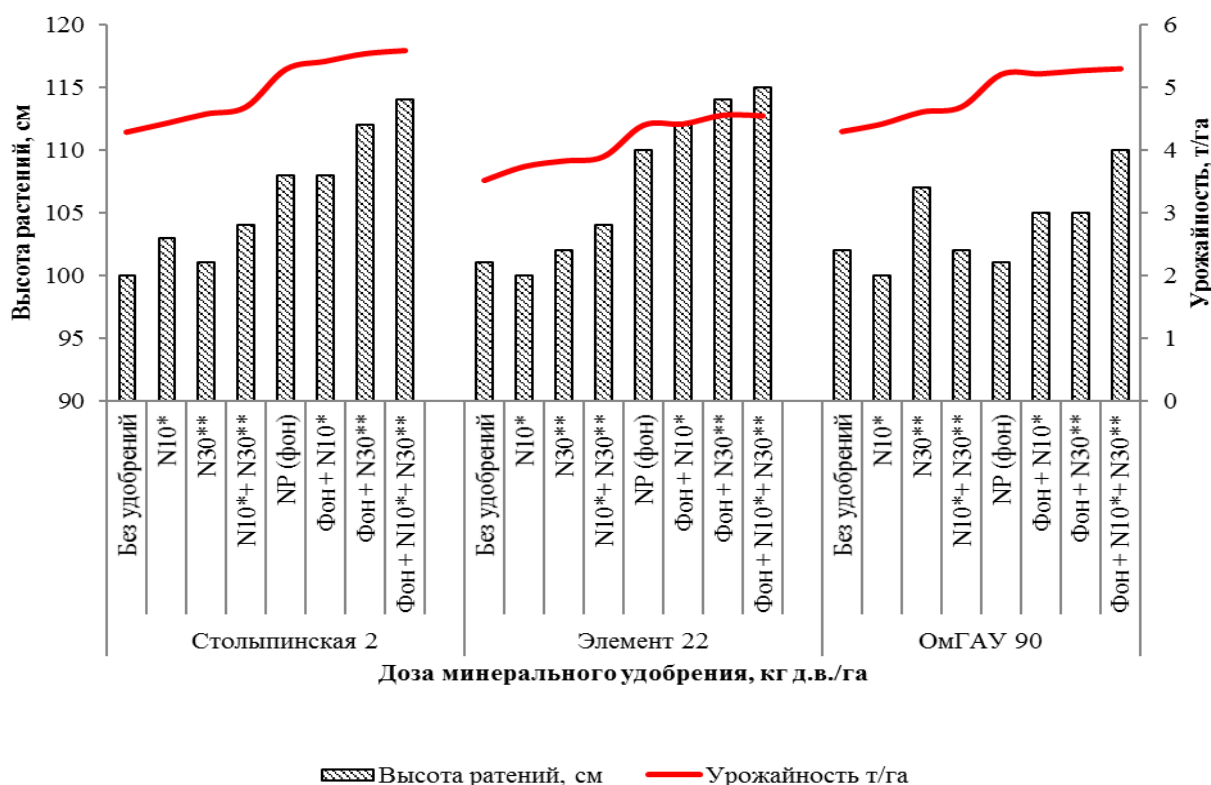


Рисунок 1 – Урожайность зерна и высота растений яровой пшеницы при применении минеральных удобрений (среднее 2018-2020 гг.)

4 УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Управление питанием растений на основе методов расчета доз удобрений помогает специалистам-аграриям реализовать мероприятия по повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, профессионально решать производственные задачи в области системы удобрения.

4.1 Содержание элементов питания в почве

Содержание в слое почвы 0-40 см нитратного азота до посева в полевых опытах в лугово-черноземной почве было низкое – 8,4-8,7 мг/кг и высокое - 22,3-22,9 мг/кг - при применении азотно-фосфорных удобрений NP; в слое почвы 0-20 см содержание подвижного фосфора – повышенное – 124-128 и высокое 145-152 мг/кг (при применении NP); подвижного калия – очень высокое – 281-304 мг/кг.

Имеющиеся оптимальные параметры содержания подвижных элементов в почве позволяет объективно оценивать экспериментальные данные агрохимической характеристики почв, диагностировать необходимость применения удобрений, прогнозировать урожайность на ранних стадиях развития растений.

Для управления плодородием необходимо было установить закономерности действия удобрений на химический состав почвы. В уравнениях 1 и 2 представлены данные по содержанию нитратного азота и подвижного фосфора в почве при внесении доз азотно-фосфорных удобрений:

$$y = 0,11x + 8,6, \quad r = 0,77 \quad (1)$$

$$y = 0,22x + 125, \quad r = 0,66 \quad (2)$$

Внесение азота удобрений 128 кг д.в./га (средняя доза) способствовало увеличению содержания нитратного азота в почве с 8,4 до 22,9 мг/кг, фосфора удобрений 95 кг д.в./га – подвижного фосфора с 124 до 152 мг/кг.

4.2 Нормативные агрохимические показатели яровой пшеницы

Определенные в исследованиях агрохимические параметры можно использовать для установления доз минеральных удобрений под яровую пшеницу расчетными методами (таблица 4).

Таблица 4 – Нормативные агрохимические показатели минерального питания сортов яровой пшеницы

Показатель	Столыпинская 2			Элемент 22			ОмГАУ 90		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
КИП, %	95	16	17	95	12	15	95	16	18
Коэффициент интенсивности действия 1 кг д.в. удобрений на содержание в почве элемента	0,11	0,25	-	0,11	0,22	-	0,11	0,22	-
Потребление для создания 1 т зерна, кг	40	10	32	44	12	30	41	12	28
Nт, кг/га	120			125			140		

Данные нормативы могут использоваться для расчета доз удобрений на плановую прибавку урожая (П, формула 3):

$$D = (C_n \cdot N \cdot P) : K_{iu}, \quad (3)$$

где D – доза удобрений, кг д.в./га;

C_n – степень нуждаемости в элементе, указывающая на отклонение фактического содержания элемента питания в почве от оптимального.

N – норма расхода элемента питания на создание 1 т основной продукции;

K_{iu} – коэффициент использования элемента питания из удобрений.

Степень нуждаемости в элементе определяется по формуле Н.К. Болдырева (1972) (4):

$$C_n = C_o : C_f, \quad (4)$$

где C_o – содержание элемента в почве оптимальное, мг/кг;

C_f – содержание элемента в почве фактическое, мг/кг;

Расчет доз удобрений на плановый урожай (ПУ) возможен по формуле (5):

$$D = (ПУ \cdot N - Z \cdot K_{ип}) : K_{iu}, \quad (5)$$

где Z – запас элемента питания в слое почвы 0-20 см, кг/га;

$K_{ип}$ – коэффициент использования элементов питания из почвы;

K_{iu} – коэффициент использования элемента питания из удобрений.

При определении дозы азотных удобрений используется формула (6):

$$D = (ПУ \cdot N - (Z + N_T) \cdot K_{ип}) : K_{iu}, \quad (6)$$

где N_T – азот текущей нитрификации, кг/га.

Для расчета необходимой дозы удобрений можно использовать формулу 7 (метод определения доз удобрений с учетом оптимальных уровней (ОУ) содержания элементов питания в почве):

$$D = (C_o - C_f) : b, \quad (7)$$

b – коэффициенты интенсивности действия 1 кг элемента удобрения, внесенного в почву, на содержание $N-NO_3$ (0,11 мг/кг) и P_2O_5 (0,22-0,25 мг/кг).

Приведенные формулы апробированы при удобрении более 40 сельскохозяйственных культур в условиях Западной Сибири (Кормин В.П., 1988; Ермохин Ю.И., 1995; Бобренко И.А., 2004; Склярова М.А., 2008; Гоман Н.В., Бобренко И.А., Попова В.В., 2021 и др.).

4.3 Управление питанием яровой пшеницы на основе растительной диагностики

Проведенные нами исследования позволили установить для фаз кущения и выхода в трубку яровой пшеницы оптимальные уровни содержания элементов в растениях (таблица 5), что позволяет правильно объяснять результаты химического анализа растений при возделывании культуры.

Так, при замедленном росте и недостатке какого-либо элемента в растениях его следует устранить дополнительным внесением удобрений в течение вегетации. Высокое содержание элементов питания и замедленный рост отражают избыток элементов, либо нарушение соотношения между ними. При оптимальном содержании и соотношении элементов нарушение роста и развития растений обусловлено другими факторами.

Таблица 5 – Оптимальное содержание элементов в растениях яровой пшеницы (сухая масса), %

Фаза развития	N	P	K
Столыпинская 2			
Кущение	5,45 ± 0,15	0,33 ± 0,03	2,10 ± 0,20
Выход в трубку	3,50 ± 0,30	0,22 ± 0,02	1,05 ± 0,10
Элемент 22			
Кущение	5,15 ± 0,35	0,28 ± 0,02	2,30 ± 0,10
Выход в трубку	2,75 ± 0,25	0,22 ± 0,02	1,35 ± 0,12
ОмГАУ 90			
Кущение	4,75 ± 0,50	0,27 ± 0,02	1,80 ± 0,25
Выход в трубку	2,35 ± 0,25	0,21 ± 0,02	1,25 ± 0,08

Н.К. Болдырев (1961, 1972) предложил метод расчета доз удобрений по химическому составу растений, основанный на установлении степени нуждаемости (C_n) в элементе питания по формуле (8):

$$C_n = C_o : C_f, \quad (8)$$

где C_o – содержание оптимальное элемента в растении, %,

C_f – содержание фактическое элемента в растении, %.

Зная значения C_n , можно рассчитать дозу удобрения. Если $C_n \leq 1$, то растения в данном элементе не нуждаются и расчет дозы не проводится. При значении C_n от 1,1 расчет ведется по формуле (9):

$$D = C_n \cdot M_n, \quad (9)$$

где D – доза минерального удобрения, кг д.в./га;

M_n – минимальная доза, кг д.в./га; величина устанавливается в полевых опытах, для яровой пшеницы в фазу кущения 10, трубкования 30 кг д.в./га.

Степень нуждаемости уточняется по другому элементу, находящемуся в относительном избытке, или по оптимальному соотношению между элементами в растениях, согласно уравнению оптимального баланса (10):

$$\% N = a_1 \cdot \% P = a_2 \cdot \% K \quad (10)$$

Наличие определенного устойчивого соотношения между азотом и фосфором в растениях составляет одну из основ метода растительной диагностики. На основе оптимальных уровней нами были установлены оптимальные соотношения элементов в растениях яровой пшеницы по фазам развития (таблица 6).

Оценка сбалансированности питания проводится путем сопоставления фактически сложившегося соотношения в растениях с оптимальным. Уровень дисбаланса используется при расчете доз удобрений и определения первоочередной необходимости того или иного элемента с удобрением. Для этого используется коэффициент потребности (C_n), который показывает, на сколько отклоняется фактическое соотношение элемента в растении от оптимального (11):

Таблица 6 – Оптимальное соотношение элементов в растениях яровой пшеницы (сухая масса)

Фаза развития	Уравнение баланса
Столыпинская 2	
Кущение	$N = 16,5 \cdot P = 2,6 \cdot K$
Выход в трубку	$N = 15,9 \cdot P = 3,3 \cdot K$
Элемент 22	
Кущение	$N = 18,4 \cdot P = 2,2 \cdot K$
Выход в трубку	$N = 12,5 \cdot P = 2,0 \cdot K$
ОмГАУ 90	
Кущение	$N = 17,6 \cdot P = 2,6 \cdot K$
Выход в трубку	$N = 11,2 \cdot P = 1,9 \cdot K$

$$C_{H_N} = (N_o : N_f) \cdot (P_f : P_o); (N_o : N_f) \cdot (K_f : K_o) \text{ и т.д.} \quad (11)$$

где N_o и N_f , P_o и P_f , K_o и K_f – оптимальное и фактическое содержание элемента в растении в определенную фазу развития.

Эта поправка применяется при определении доз азота под культуры, которые имеют содержание в растениях фосфора или калия ниже оптимума.

Информация о концентрациях элементов в растениях яровой пшеницы является основой как для определения их оптимальных содержания и соотношения в растениях для управления питанием изучаемой культуры с помощью растительной диагностики.

5 КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НЕКОРНЕВЫХ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК

Азотные удобрения в наших исследованиях оказали положительное действие на качество зерна различных сортов яровой пшеницы (таблица 7).

Натура зерна у сорта Столыпинской 2 составила на контрольном фоне от 776 до 783-788 г/л от азотных подкормок, Элемент 22 – от 754 до 761-779 г/л, ОмГАУ 90 – от 771 до 775-797 г/л; соответственно и по фону: Столыпинская 2 – от 804 до 812-825 г/л, Элемент 22 – от 778 до 782-811 г/л, ОмГАУ 90 – от 771 до 783-817 г/л. Полученный результат свидетельствует о качественной выполненности зерна всех трёх сортов и положительном влиянии на нее азотных подкормок.

Для прогноза качества зерна яровой необходимо установление взаимосвязей в системе почва-растение-удобрение. Это дает возможность управлять продуктивностью культуры путем создания оптимальных условий минерального питания. Содержание белка в зерне зависит от содержания азота в растениях (таблица 8), установленные зависимости дают возможность прогноза качества зерна задолго до уборки.

Таблица 7 – Показатели качества зерна яровой пшеницы в зависимости от применяемых удобрений (2018-2020 гг.)

Вариант	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина, %
Столыпинская 2				
Без удобрений	776	61,3	16,0	31,8
N ₁₀ *	783	57,7	16,2	32,5
N ₃₀ **	784	51,7	16,9	33,4
N ₁₀ *+ N ₃₀ **	788	53,0	16,9	33,7
НР (фон)	804	58,0	16,4	32,5
Фон + N ₁₀ *	812	56,0	16,6	32,5
Фон + N ₃₀ **	819	47,7	17,0	34,0
Фон + N ₁₀ *+ N ₃₀ **	825	49,7	17,1	34,1
Элемент 22				
Без удобрений	754	56,3	15,9	32,1
N ₁₀ *	761	53,0	15,9	32,3
N ₃₀ **	762	57,0	16,1	33,4
N ₁₀ *+ N ₃₀ **	779	52,3	16,5	33,4
НР (фон)	778	49,3	16,5	32,4
Фон + N ₁₀ *	782	51,3	16,6	32,8
Фон + N ₃₀ **	793	43,7	17,0	33,9
Фон + N ₁₀ *+ N ₃₀ **	811	49,0	17,3	34,1
ОмГАУ 90				
Без удобрений	771	58,7	15,9	31,0
N ₁₀ *	775	61,0	16,1	31,4
N ₃₀ **	778	56,7	16,9	32,3
N ₁₀ *+ N ₃₀ **	797	52,7	16,8	32,5
НР (фон)	771	51,3	16,5	32,3
Фон + N ₁₀ *	783	53,3	16,5	32,4
Фон + N ₃₀ **	797	57,3	16,9	33,5
Фон + N ₁₀ *+ N ₃₀ **	817	45,7	17,2	34,1
НСР ₀₅ : фактор А	22,1	3,15	0,61	1,56
фактор В	18,1	3,92	0,64	1,33
АВ	28,6	6,81	0,84	2,34

Таблица 8 – Содержание белка в зерне (у, %) в зависимости от содержания азота в растениях (х, %) в период вегетации

Фаза развития	Сорт	Уравнение регрессии	r
Кущения	Столыпинская 2	$y = 0,568x + 13,8$ (12)	0,73
	Элемент 22	$y = 1,156x + 10,6$ (13)	0,60
	ОмГАУ 90	$y = 1,039x + 11,8$ (14)	0,59
Выход в трубку	Столыпинская 2	$y = 0,563x + 14,6$ (15)	0,74
	Элемент 22	$y = 1,098x + 13,8$ (16)	0,79
	ОмГАУ 90	$y = 0,914x + 14,6$ (17)	0,87

После исследования связи между дозой азотного удобрения (х, кг/га) и содержанием белка в зерне (у, %) установлена корреляционная зависимость при некорневой подкормке в дозе 30 кг/га на контрольном (уравнения 18, 20, 22) и на азотно-фосфорном фоне (уравнения 19, 21, 23):

Столыпинская 2	$y = 0,033x + 15,9$	$r = 0,90,$	(18)
	$y = 0,023x + 16,4$	$r = 0,83,$	(19)
Элемент 22	$y = 0,017x + 15,8$	$r = 0,82,$	(20)
	$y = 0,019x + 16,5$	$r = 0,81,$	(21)
ОмГАУ 90	$y = 0,033x + 15,9$	$r = 0,79,$	(22)
	$y = 0,015x + 16,4$	$r = 0,85.$	(23)

При постоянном контроле и регулировании уровня питательных элементов в почве и растениях, можно улучшать показатели качества продукции.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УДОБРЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Наиболее рентабельным было применение некорневых подкормок сортов Столыпинская 2 в вариантах N_{10} и $N_{10} + N_{30}$ (147,3 и 93,1 %) и Элемент 22 N_{10} и N_{30} (270,5 и 103,6 %) при подкормках в фазы кущения и выхода в трубку на естественном фоне; у сорта ОмГАУ 90 N_{10} и N_{30} (103,6 и 114,5 %). Чистый доход составил соответственно 1209 и 2796, 2329 и 2287, 929 и 2287 руб./га.

Использование азотных подкормок было энергетически эффективным при возделывании всех сортов на фоне без основного внесения удобрений, на котором биоКПД (энергоотдача) всегда был больше 1: при возделывании сорта Столыпинская 2 он составил 1,40-1,85; сорта Элемент 22 – 1,34-2,63; сорта ОмГАУ 90 – 1,37-1,63. При этом, наибольшая энергоотдача наблюдалась при применении N_{10} .

На фоне NP энергетически эффективно было применение подкормок только при возделывании сорта Столыпинская 2, где энергоотдача составила 1,09-1,74; при возделывании сортов Элемент 22 и ОмГАУ 90 – соответственно 0,32-0,58 и 0,16-0,35.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2018-2020 гг. изучено применение некорневых азотных подкормок при возделывании различных сортов яровой пшеницы на лугово-черноземной почве юга лесостепи Западной Сибири.

1. Некорневые подкормки N_{30} и $N_{10} + N_{30}$ положительно повлияли на урожайность зерна. На фоне без основного внесения прибавки составили соответственно у сорта Столыпинская 2 – 0,29 и 0,40 т/га (контроль – 4,29 т/га); у сорта Элемент 22 – 0,31 и 0,38 т/га (3,52 т/га); у ОмГАУ 90 – 0,31 и 0,39 т/га (4,30 т/га). На фоне NP увеличение урожайности от азотных подкормок составило 0,25 и 0,30 т/га у сорта Столыпинская 2 (фон – 5,29 т/га); 0,16 и 0,15 т/га у сорта Элемент 22 (4,40 т/га); 0,06 и 0,09 т/га – у ОмГАУ 90 (5,21 т/га). Данный прием на фоне NP повысил достоверно урожайность только сортов Элемент 22 и Столыпинская 2.

Применение азотных подкормок яровой пшеницы в минимальной дозе N_{10} в фазу кущения обеспечило увеличение урожайности на 0,14; 0,22; 0,12 (фон без удобрений) и на 0,13; 0,02 и 0,01 т/га зерна (фон NP) соответственно в зависимости от сорта.

2. Наибольшая агрономическая эффективность получена от применения подкормок N_{10} на фоне без основного внесения удобрений: при удобрении сорта Столыпинская 2 прибавка составила 14,0 кг; Элемент 22 – 22,0 кг; ОмГАУ 90 – 12,0 кг зерна от 1 кг азота удобрений. На фоне азотно-фосфорных удобрений окупаемость 1 кг азота при данной дозе снизилась и составила соответственно по сортам 4,85; 3,70 и 3,95 кг.

Некорневые подкормки N_{30} и $N_{10} + N_{30}$ на фоне без основного внесения обеспечили агрономическую эффективность соответственно у сорта Столыпинская 2 – 9,7 и 10,0 кг; у сорта Элемент 22 – 10,3 и 9,5 кг; у ОмГАУ 90 – 10,3 и 9,75 кг. На фоне NP окупаемость 1 кг азота удобрений уменьшилась и составила 8,33 и 7,50 кг у сорта Столыпинская 2; 5,33 и 3,75 кг у сорта Элемент 22; 2,00 и 2,25 кг – у ОмГАУ 90. Применение азотных подкормок на фоне без удобрений эффективней, чем на азотно-фосфорном фоне.

3. Основное внесение NP способствовало увеличению урожайности зерна с 4,29 т/га без удобрений до 5,29 т/га (Столыпинская 2), с 3,52 т/га до 4,55 т/га (Элемент 22), с 4,30 т/га до 5,30 т/га (ОмГАУ 90).

4. Применение некорневых подкормок позитивно влияли на характеристики структуры урожая. Продуктивная кустистость в лучших вариантах по сортам составила: Столыпинская 2 – 2,60, Элемент 22 – 2,43 и ОмГАУ 90 – 2,54; в контроле, соответственно 2,20; 2,00 и 2,30. Наибольшая масса тысячи зерен сформировалась по фону NP с подкормками в основные фазы развития, что и является фактором хорошей урожайности в этих вариантах (37,6-43,0 г).

5. Определены агрохимические нормативы для яровой пшеницы. Коэффициенты использования элементов из почвы (%) составили для сорта Столыпинская 2 по N – 95; P_2O_5 – 16, K_2O – 17; Элемент 22 N – 95; P_2O_5 – 12, K_2O – 15; ОмГАУ 90 N – 95; P_2O_5 – 16, K_2O – 18. Нормы потребления элементов (кг/т) соот-

ветственно по сортам: N – 40, P₂O₅ – 10, K₂O – 32; N – 44, P₂O₅ – 12, K₂O – 30; N – 41, P₂O₅ – 12, K₂O – 28; азот нитрификации –120 кг/га, 125 кг/га и 140 кг/га.

6. Определены оптимальные уровни содержания азота, фосфора, калия в растениях по фазам развития, которые используются для расчета доз удобрений для некорневых подкормок по формуле $D = C_n \cdot M_n$.

7. Применение азотных некорневых подкормок яровой пшеницы способствует формированию качественной продукции. Выявленные зависимости между содержанием азота в растениях в ранние фазы развития, дозой азота удобрений и содержанием белка в зерне позволяют прогнозировать качество урожая.

8. Использование азотных подкормок энергетически эффективно на фоне без основного внесения удобрений: при возделывании сорта Столыпинская 2 биоКПД составил 1,40-1,85; сорта Элемент 22 – 1,34-2,63; сорта ОмГАУ 90 – 1,37-1,63. Наибольшая энергоотдача наблюдалась при применении N₁₀. На фоне NP энергетически эффективно применение подкормок только при возделывании сорта Столыпинская 2 (1,09-1,74).

9. Наиболее рентабельным было применение некорневых подкормок сортов Столыпинская 2 в вариантах N₁₀ и N₁₀ + N₃₀ (147,3 и 93,1 %) и Элемент 22 N₁₀ и N₃₀ (270,5 и 103,6 %) при подкормках в фазы кущения и выхода в трубку на естественном фоне; у сорта ОмГАУ 90 N₁₀ и N₃₀ (103,6 и 114,5 %). Чистый доход составил соответственно 1209 и 2796, 2329 и 2287, 929 и 2287 руб./га.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для эффективного управления минеральным питанием яровой пшеницы на лугово-черноземной почве удобрения следует применять на основе агрохимических нормативных параметров:

– коэффициенты использования элементов питания из почвы (%):

Столыпинская 2: N – 95; P₂O₅ – 16, K₂O – 17;

Элемент 22: N – 95; P₂O₅ – 12, K₂O – 15;

ОмГАУ 90: N – 95; P₂O₅ – 16, K₂O – 18;

– коэффициент действия удобрений на содержание доступных элементов почвы: N – 0,11; P₂O₅ – 0,22-0,25 мг/кг;

– потребление элементов для создания 1 т зерна с учетом соломы, кг:

Столыпинская 2: N – 40, P₂O₅ – 10, K₂O – 32;

Элемент 22: N – 44, P₂O₅ – 12, K₂O – 30;

ОмГАУ 90: N – 41, P₂O₅ – 12, K₂O – 28

– оптимальные уровни содержания и соотношения элементов питания в растениях;

– дозы азота некорневой подкормки при недостатке элемента в растениях, кг/га:

фаза кущения – 10;

фаза выхода в трубку – 30;

– формулы расчета доз:

а) для основного внесения: $D = (C_o - C_\phi) : b$; $D = (C_n \cdot H \cdot \Pi) : K_{иу}$;

б) для подкормки в период вегетации: $D = C_n \cdot M_n$.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем актуально изучение эффективности азотных некорневых подкормок под различные сорта зерновых культур с помощью расчетных доз при использовании дистанционной растительной диагностики, исследование данных аспектов не только в условиях лесостепной, но и степной и таежной природно-климатических зон Западной Сибири.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых изданиях

1. Вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы / Н.В. Гоман, И.А. Бобренко, В.П. Кормин, М.В. Иванова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – №1 (45). – С. 30-35.
2. Эффективность применения некорневых азотных подкормок яровой пшеницы / М.В. Иванова, И.А. Бобренко, В.П. Кормин, Н.В. Гоман // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – №2 (46). – С. 5-12.
3. Действие азотных листовых подкормок на урожайность яровой мягкой пшеницы / Н.В. Гоман, И.А. Бобренко, В.П. Кормин, М.В. Иванова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – №4 (48). – С. 29-34.
4. Влияние азотных некорневых подкормок на урожайность яровой мягкой пшеницы / Н.В. Гоман, И.А. Бобренко, М.В. Иванова В.П. Кормин // Вестник Курганской ГСХА. – 2022. – №3. – С. 3-8.
5. Биоэнергетическая эффективность применения азотных подкормок яровой пшеницы / Н.В. Гоман, М.В. Иванова, И.А. Бобренко, В.П. Кормин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – №11. – С. 22-28.

Публикации в других научных изданиях

6. Влияние азотных некорневых подкормок на урожайность яровой пшеницы на лугово-черноземной почве / М.В. Иванова, В.П. Кормин // Национальная конференция, посвященная 100-летию Кубанского ГАУ «Стратегии и векторы развития АПК». – Краснодар: КубГАУ, 2021. – С. 239-241.
7. Влияние азотных некорневых подкормок на урожайность и качество зерна пшеницы яровой на лугово-черноземной почве / И.А. Бобренко, В.П. Кормин, М.В. Иванова // II Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата» (24-25 марта 2022 г., г. Саратов). – Саратов: Амирит, 2022. – С. 310-314.
8. Влияние азотных некорневых подкормок на урожайность и качество зерна пшеницы яровой на лугово-черноземной почве / М.В. Иванова // Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции (Горки, 30 ноября 2021 г.) / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2022. – С. 86-89.

Подписано в печать 16.04.2024 г. Формат 60\84\16
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Печ.л 1,37. Гарнитура «Times New Roman»
Тираж 100 экз.
Отпечатано в типографии ИП Макшеевой Е.А.
г. Омск, ул. Долгирева, 126, тел.: 89083194462

