

2000 - 140

КНИЖКА

Контрольный экземпляр

КЫРГЫЗСКАЯ АГРАРНАЯ АКАДЕМИЯ

На правах рукописи

УДК 633.11<<324>>:631.81:631.445.56(575.2)

АХМАТБЕКОВ Мусакун

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕРОЗЕМНО-
ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ
СЕВЕРА КЫРГЫЗСТАНА**

06.01.04 — Агрохимия

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

БИШКЕК 2000

На правах рукописи

УДК 633.11<<324>>:631.81:631.445.56(575.2)

АХМАТБЕКОВ Мусакун

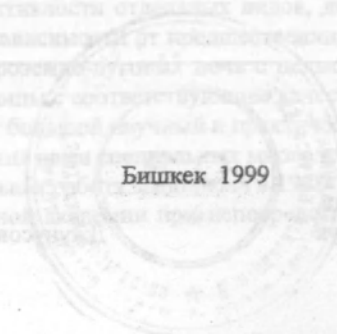
**ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ
СЕВЕРА КЫРГЫЗСТАНА**

06.01.04 - Агрохимия

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Бишкек 1999



Работа выполнена в Кыргызской аграрной академии

Научный консультант - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный агроном Кыргызской Республики
КУЗНЕЦОВ Н.И.

Официальные оппоненты:

1. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки Кыргызской Республики КОРНЕВА Н.Г.
2. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор МАМЫШЕВ М.М.
3. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор ЕЛЮБАЕВ С.З.

Ведущая организация - Институт почвоведения НАН Республики Казахстан

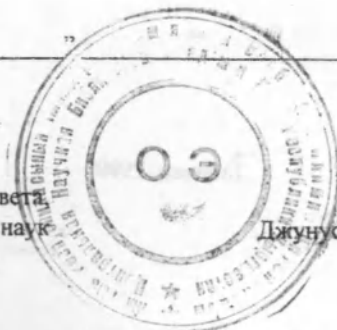
Защита состоится " _____ " _____ 2000г. в _____ часов на заседании Специализированного совета Д.06.99.94 при Кыргызской аграрной академии

Адрес: 720005, Бишкек, Медерова 68, Кыргызская аграрная академия

С диссертацией можно ознакомиться в Академической библиотеке Кыргызской аграрной академии

Автореферат разослан " _____ " _____ 2000 г.

Ученый секретарь
Специализированного совета
кандидат биологических наук
Джунусова М.К.



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Кыргызстан - республика аграрная, поэтому сельскому хозяйству здесь придается приоритетное значение. В этой связи государством разработаны несколько первоочередных программ, выполнение которых позволяет снять не только многие проблемы в экономике, но и поднять жизненный уровень населения республики. Одной из важнейших среди них является программа "Зерно", по которой необходимо довести объем производства товарного зерна к 2000 году до 1,37, а к 2002 году - до 1,40 млн.т. По данным Национального статистического комитета валовый сбор его в 1998 году составил 1,3 млн.т. Однако такое количество продовольственного зерна получено в результате значительного расширения посевов пшеницы, площади под которой в 1997-1998 гг. достигли соответственно 536,9-488,5 тыс.га, за счет уменьшения возделывания кормовых, пропашных и овощных культур. При ограниченной базе земельных ресурсов отведение почти половины пашни под данную культуру (в 1997 году зерновые занимали 57,1%, в том числе пшеница - 46,0%) не позволительно. Значит для сохранения темпов роста производства зерна, предусматриваемых программой, необходимо повышение продуктивности пшеницы при одновременном сокращении ее посевов. В реализации данной программы особая роль отводится Северным регионам республики и, прежде всего, Чуйской долине, основного поставщика товарного зерна, где наиболее широко распространены посевы озимой пшеницы, достигающие не менее 140 тыс.га, что составляет около 60% от общей площади озимых. Между тем продуктивность ее остается еще сравнительно на низком уровне, не отвечает объективным возможностям региона и не превышает 24-25 ц/га.

В системе агротехнических мероприятий по возделыванию озимой пшеницы не решены еще все вопросы для всех зон республики. Здесь особое место занимает рациональное использование удобрений, обеспечивающее в комплексе с орошением и другими приемами высокие урожаи зерна хорошего качества, о чем свидетельствуют результаты наших и других исследований. Так, для сероземных и светло-каштановых почв они в определенной степени нашли свое решение в исследованиях Кыргызского научно-исследовательского института земледелия. В то же время не был охвачен исследованиями такой весьма обширный район Севера Кыргызстана, как луговая зона, где особо выделяются почвы сероземно-лугового типа, резко отличающиеся по своим агрофизическим, агрохимическим и биологическим свойствам от других почв. В связи с этим оценка эффективности отдельных видов, доз и соотношений применяемых удобрений в зависимости от предшественников в севооборотах и их ротаций в условиях сероземно-луговых почв с целью получения высокого урожая зерна озимой пшеницы с соответствующим качеством является весьма актуальной и представляет большой научный и практический интерес, что и послужило причиной проведения нами специальных многолетних исследований.

Экспериментальная работа выполнена в 1968-1994 гг. на кафедре агрохимии Кыргызской аграрной академии при непосредственном исполнении и участии

автора в соответствии с отраслевыми и государственными программами (проблема 710 и 14.05) в рамках тематического плана Академии (№ госрегистрации - 81078763, 71083987, 79023290). Исследования проводились в базовом стационаре Геосети опытов с удобрениями бывшего Союза по единой программе и методике в комплексе с ВИУА (система применения удобрений в севообороте) и в двух стационарных опытах кафедры агрохимии - по формам удобрений совместно с НИУИФ и по микроудобрениям.

Цель и задачи исследований. Цель работы - разработка зональной системы применения удобрений с учетом почвенно-климатических условий данного региона на основе создания научно-обоснованной модели оптимизации условий минерального питания озимой пшеницы, обеспечивающей получение высокого урожая зерна надлежащего качества.

В соответствии с этой целью были определены следующие задачи:

исследовать характер действия различных видов, форм, доз и соотношений минеральных удобрений в зависимости от длительности их применения и предшественников на содержание макро- и микроэлементов в почве и растениях, вынос их урожаем и баланс элементов питания;

установить влияние различных систем удобрения в севообороте и его ротаций на фотосинтетическую деятельность, продуктивность культуры и качество урожая;

дать агрохимическую оценку формам азото- и фосфорсодержащих минеральных удобрений в зависимости от места озимой пшеницы в севообороте;

выявить наиболее эффективные виды микроэлементов под изучаемую культуру;

разработать приемы оптимизации минерального питания на основе использования почвенной и растительной диагностики, обеспечивающие планируемые урожаи зерна озимой пшеницы.

Основные положения, выдвигаемые на защиту:

влияние длительности применения удобрений в севообороте, его ротаций и предшественников на пищевой режим орошаемых сероземно-луговых почв, поступление элементов питания в растения, продуктивность озимой пшеницы и качество зерна;

урожайность культуры под действием микроэлементов и форм азотных и фосфорных удобрений;

оптимальные параметры содержания подвижных форм элементов питания в сероземно-луговых почвах и валовых их форм в растениях при возделывании озимой пшеницы и нормативы затрат удобрений для их достижения;

агрохимическая диагностика почв и растений с целью определения потребности озимой пшеницы в азотных туках;

агроэкономическое обоснование систем удобрения в севооборотах в зависимости от их ротаций и места культуры в них, а также формам минеральных удобрений под озимую пшеницу.

Научная новизна. В результате исследований нами впервые для сероземно-луговых почв Севера Кыргызстана установлены закономерности изменения со-

держания азота, фосфора и калия в почве и растениях в зависимости от предшественников, видов, норм, форм и длительности применения удобрений.

Получены оригинальные данные по влиянию азотных, фосфорных и калийных удобрений на фотосинтетическую деятельность культуры, структуру урожая, технологические и хлебопекарные качества зерна, концентрацию в нем тяжелых металлов и микроэлементов.

Исследовано действие удобрений при систематическом их использовании в условиях севооборота на продуктивность озимой пшеницы, а также влияние различных форм азотно-фосфорных туков и микроэлементов (B, Mn, Zn) на урожай и качество зерна данной культуры.

Установлены оптимальные параметры по содержанию основных элементов питания в почве и растениях, фотосинтетическим элементам и накоплению сухого вещества в основных периоды вегетации озимой пшеницы для определенных уровней ее продуктивности с использованием элементов программирования урожая. Рассчитаны нормативы затрат питательных веществ на формирование единицы урожая при оптимальной обеспеченности почв азотом, фосфором и калием.

Наличие тесной коррелятивной зависимости продуктивности культуры от содержания элементов питания в почве и растениях позволило выразить их через определенные математические модели и на основе почвенной и растительной диагностики разработать шкалу потребности озимой пшеницы в азотных, фосфорных и калийных удобрениях.

Определены научные основы системы удобрения озимой пшеницы на сероземно-луговых почвах Севера Кыргызстана, способствующие формированию 55-70 ц зерна с гектара. При этом установлено повышение урожайности озимой пшеницы по мере освоения ротаций севооборота. Предложена система диагностических показателей, позволяющих прогнозировать урожай зерна и содержание в нем протеина.

Практическая ценность работы. В зависимости от места культуры в севообороте, его ротаций и длительности применения минеральных удобрений рекомендованы оптимальные дозы и соотношения NPK, увеличивающие продуктивность озимой пшеницы после люцерны на 28-62%, после пропашных предшественников (сахарная свекла и кукуруза на зерно) на 48-71%. Наилучшие формы минеральных удобрений способствуют росту прибавочного урожая зерна озимой пшеницы против фона после бобовых многолетних трав на 26-35% и после кукурузы на зерно на 18-19%. Урожайность озимой пшеницы по оптимальному фону питания $N_{60}P_{90}K_{30}$ - по люцерне и $N_{75}P_{90}K_{30}$ - по сахарной свекле и кукурузе достигает с каждого гектара соответственно 66-69 ц и 56-66 ц/га. При этом уровень содержания клейковины и протеина обеспечивается не ниже предела, установленного ГОСТом за сильную пшеницу. Качество зерна озимой пшеницы можно существенно улучшить путем проведения некорневой подкормки мочевиной и использованием на фоне азота, фосфора и калия микроэлементов (Mn, B, Zn).

Производственная проверка системы удобрения озимой пшеницы в сочетании с другими агротехническими приемами в хозяйствах Севера республики

показала, что применение научно-обоснованных норм минеральных удобрений с учетом оптимальных параметров элементов питания в почве обеспечивает гарантированные урожаи зерна и повышает содержание в нем клейковины и протейна до уровня сильной пшеницы.

Установленные в ходе исследований нормативные показатели выноса и затрат элементов питания на единицу продукции наряду с величиной коэффициента их использования из оптимального фона удобрений и почвы являются научной основой для разработки системы удобрения под озимую пшеницу в севооборотах, в том числе и при установлении доз NPK для программированных урожаев.

Реализация основных положений работы. Результаты проведенных многолетних исследований составили основу двух рекомендаций, подготовленных кафедрой, которые рассмотрены и одобрены НТС МСХ Кыргызской ССР.-1. Система удобрения культур свекловичного севооборота на сероземно-луговых почвах Кыргызской ССР (Фрунзе, 1984). 2. Применение микроудобрений под культуры свекловичного севооборота на сероземно-луговых почвах (Фрунзе, 1984). Материалы диссертации вошли в монографии "Агрехимия в Киргизии" (Фрунзе, 1980), "Удобрение культур свекловичного севооборота" (Фрунзе, 1983), "Научные основы и рекомендации по применению удобрений в Киргизии" (Фрунзе, 1984). Они использованы также Республиканской проектно-исследовательской станцией химизации при составлении агрохимических очерков для хозяйств, расположенных в данной зоне и при разработке нормативов затрат минеральных удобрений на создание 1 ц урожая сельскохозяйственных культур (Фрунзе, 1991). Кроме того, их пропаганда и внедрение в практику осуществлялись путем проведения производственных опытов в хозяйствах, организации семинаров с руководителями, специалистами, бригадирами, звеньевыми бывших колхозов и совхозов, а ныне крестьянских хозяйств и ассоциаций, фермерами, а также через радио и телевидение. Основные положения данной работы используются в учебном процессе при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий со студентами и слушателями курсов повышения квалификации специалистов сельского хозяйства в Кыргызской аграрной академии.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на заседаниях Ученого совета агрономического факультета (1968-1994), на научной конференции молодых ученых Кирг.НИИЗ, посвященной 50-летию образования СССР (Фрунзе, 1973), на научно-производственной конференции молодых ученых Кирг.НИИЗ, посвященной 50-летию образования Кыргызской ССР и Коммунистической партии Киргизии (Фрунзе, 1975), на Всесоюзных научно-методических совещаниях участников Географической сети опытов с удобрениями (Москва, 1976, 1986; Белгород, 1980; Пенза, 1982; Горький, 1984), на Региональном совещании "Итоги работы Географической сети опытов с удобрениями и пути повышения эффективности применения удобрений в республиках Средней Азии и Казахстана" (Целиноград, 1977), на юбилейной конференции молодых ученых, посвященной 60-летию Великого Октября (Фрунзе, 1977), на Всесоюзном семинаре

"Совершенствование систем удобрения в севооборотах в различных зонах страны" (Москва, 1981), на научно-техническом совете МСХ Кыргызской ССР (Фрунзе, 1984), на межвузовской научно-практической конференции "Вклад молодых ученых и специалистов в научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве" (Фрунзе, 1990), на научной конференции, посвященной 60-летию образования Кыргызского сельскохозяйственного института (Бишкек, 1992), на научно-техническом совете Министерства по охране природы (Бишкек, 1992), на Республиканских научно-практических конференциях по сельскому хозяйству (Бишкек, 1994, 1997) и на других форумах.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 36 научных работах.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 313 страницах с применением печатающих устройств ЭВМ, иллюстрирована 170 таблицами и 12 рисунками. Она состоит из введения, девяти глав, выводов, заключения, предложенный производству, списка использованных литературных источников, включающего 639 наименований, в том числе 22 иностранных авторов.

В настоящую диссертацию вошли результаты исследований как самого автора, так и совместных работ с сотрудниками кафедры. В этой связи автор приносит благодарность Е.Г.Кормиловой, М.Г.Хрипченко, Н.Д.Дуйшембиеву, К.Б.Мамбетову, К.П.Горбову. Особую признательность автор выражает научному консультанту доктору сельскохозяйственных наук, профессору, Заслуженному агроному Кыргызской Республики Н.И.Кузнецову за ценные указания и советы при проведении исследований и написании диссертации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Объект, условия и методики проведения исследований

Объект и условия проведения исследований. В качестве объекта изучения избрана озимая пшеница районированных сортов: Безостая I, Интенсивная и Эритроспермум-80. Последние два сорта являются представителями местной селекции и выведены в Кыргызском научно-исследовательском институте земледелия.

Полевые исследования проведены на базе трех стационарных опытов. Стационарный опыт по изучению видов, норм и соотношений удобрений культур девятипольного полевого севооборота был заложен в 1967 году и имел в первых двух ротациях следующее чередование культур: яровой ячмень+люцерна, люцерна, люцерна, озимая пшеница, сахарная свекла, кукуруза, сахарная свекла, озимая пшеница, сахарная свекла. В третьей ротации он был несколько видоизменен, введена безвысадочная сахарная свекла и насыщена кукурузой. Исследования по данной теме проводились по трем предшественникам: люцерне, сахарной свекле и кукурузе на зерно.

Стационарный опыт по формам удобрений начал действовать с 1982 года. В нем полевые опыты проводились по предшественнику люцерна и кукуруза на зерно.

Исследования по изучению действия микроэлементов (В, Мп, Zn) на продуктивность культур севопольного севооборота осуществлялись по плану люцерны в стационарном опыте, заложенном впервые в республике в 1972 году.

Почвенные условия. Почва под опытами орошаемая, сероземно-луговая, по механическому составу средне-тяжелосуглинистая. Рельеф полей ровный с незначительным уклоном с юга на север. Глубина залегания грунтовых вод 1,3-2,0 м. Сухой остаток водной вытяжки почвы находится в пределах 0,007-0,180%, что указывает на отсутствие засоленности. Содержание гумуса (пахотный слой) составляет 2,21-2,65%, валовых форм - азота 0,11-0,18%, фосфора - 0,19-0,22 и калия 2,12-3,30%, емкость поглощения равна 18,5-18,7 мг-экв, степень солонцеватости - 0,9-3,9%, CO_2 карбонатов - 2,8%, рН водной вытяжки - 7,9-8,5. Обеспеченность валовыми запасами микроэлементов следующая: применительно к цинку и бору высокая, относительно марганца ниже средней. Подвижными формами питательных веществ участки обеспечены: фосфором - от низкой до средней, бором и цинком - средне, калием - высоко. По содержанию марганца почва занимает промежуточное положение между средне и повышеннообеспеченной.

Климатические условия. Климат в зоне проведения исследований отличается резкой континентальностью - жаркое лето, относительно холодная зима, что связано с удаленностью территории от океанов, довольно поднятым нахождением ее над уровнем моря и особенностями циркуляции воздушных масс. Она характеризуется большими амплитудами температуры, достигающими между абсолютным максимумом (июль $+40^\circ\text{C}$ и выше) и минимумом (январь $-35-38^\circ\text{C}$) $60-80^\circ\text{C}$ (Баженов, 1974). Сумма положительных температур за год здесь составляет $3741-4021^\circ\text{C}$, эффективных температур выше 5°C - $3684-3916^\circ\text{C}$ при оптимуме для озимой пшеницы $3200-3500^\circ\text{C}$ (Константинов, 1978). Среднегодовая температура воздуха колеблется от $+7,5^\circ\text{C}$ до $+10,8^\circ\text{C}$.

Данный регион ограничен атмосферными осадками. Количество осадков колеблется от 300 до 450 мм. Зимний период сопровождается устойчивым снежным покровом, образующимся в середине декабря и разрушающимся в середине февраля. Средняя толщина снежного покрова - 11 см. Промерзание почвы в зимние месяцы доходит до глубины 20-40 см.

Таким образом, почвенные и климатические условия должны быть в целом вполне благоприятны для возделывания озимой пшеницы. Как показали наши исследования, здесь, при правильном применении удобрений в сочетании с орошением и другими приемами агротехники возможно получение не только высоких урожаев этой культуры, но и хорошего качества зерна.

В опытах применялась технология возделывания озимой пшеницы, рекомендованная для данной зоны. В зависимости от складывавшихся условий года проводились вегетационные поливы в фазу трубкования и в период налива зерна.

Методика исследований. Все стационарные опыты развернуты в пространстве на трех полях. Варианты опыта имеют четырехкратную повторность, расположены они многократно-ступенчато. Площадь делянок $201,6-226,8 \text{ м}^2$.

Отбор почвенных и растительных образцов, их обработка и анализ осуществлялись по общепринятой методике (Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевых хлопковых районах - Ташкент, 1963; Агрохимические методы исследования почв - М.: Наука, 1975; Методы агрохимических анализов почв - отраслевой стандарт.-М., 1976; Яголин Б.А. Практикум по агрохимии. - М.: Агропромиздат, 1987; Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. - М. Изд. Моск. ун-в., 1989 и др.).

Технологические показатели качества зерна определялись по соответствующим ГОСТам. Хлебопекарная оценка муки зерна проводилась микрометодом ВИ-Ра. Аминокислотный состав белка зерна устанавливался с помощью автоматического анализатора.

Результаты исследований обрабатывали на ЭВМ дисперсионным, корреляционным и регрессионным методами.

Питательный режим почв в связи с применением удобрений

Условия питания растений, характеризующиеся наличием в почве легкоусвояемых форм азота, фосфора, калия и других химических элементов определяют продуктивность сельскохозяйственных культур.

Аммонийный и нитратный азот. Сероземно-луговые почвы обладают довольно заметным потенциальным плодородием. Удобрения, высокая агротехника, севооборот значительно улучшают и их эффективное плодородие, происходит обогащение почвы минеральными формами азотистых соединений. При этом наиболее существенное действие проявляет азот. Влияние фосфора зависит от его доз. Применение его в умеренных нормах (P_{90}) улучшает азотный режим почвы, а более высокие дозы фосфора несколько снижают азотный потенциал данной почвы. Влияние калия недостаточно четкое. Последствие навоза (30 и 60 т/га) в отношении накопления минеральных форм азота в почве под озимой пшеницей не обнаруживается. В сезонной динамике наблюдается закономерное снижение содержания как аммонийного, так и нитратного азота в периоды интенсивного их потребления растениями и повышение их уровней в конце вегетации озимой пшеницы.

Аммонийный азот обнаруживается в заметных количествах только в случае ослабления нитрификационных процессов в почве, т.е. в ранневесенний период и в первое время после подкормки посевов аммиачной селитрой. Причем его уровень резко падает по мере освоения севооборота. Влияние предшественников озимой пшеницы на этот показатель не обнаруживается. Минеральные удобрения, несмотря на длительность их применения и место культуры в севообороте, оказывают незначительное действие на накопление аммонийного азота в почве, что связано, видимо, с быстрым переходом его в нитратную форму.

Количество нитратов как основной подвижной формы азота в изучаемых почвах (судя по контролю) медленно, но устойчиво возрастает от ротации к рота-

ции севооборота. При этом более благоприятные условия для их накопления в почве создаются по люцерне, чем по старопашке (табл.1).

Таблица 1
Содержание нитратного азота в слое почвы 0-100 см по фазам развития озимой пшеницы, мг/100 г почвы

Вариант	Кущение	Трубкавание	Колошение	Молочно-восковая спелость	Полная спелость	Среднее за вегетацию
предшественник люцерна						
Контроль	2,7	1,0	1,3	1,3	1,4	1,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	4,9	1,7	1,0	1,1	1,7	2,1
N ₆₀ P ₁₃₅ K ₃₀	4,6	1,8	0,8	0,9	1,6	1,9
N ₆₀ P ₉₀ K ₃₀	4,1	2,4	1,0	1,4	1,8	2,1
P ₉₀ K ₃₀	1,9	0,8	0,8	1,0	1,7	1,2
N ₆₀ P ₁₅ K ₃₀	2,9	1,8	0,9	1,1	1,9	1,6
N ₆₀ P ₉₀	4,1	1,7	0,7	1,1	1,8	1,8
N ₉₀ P ₁₃₅ K ₄₅	4,1	1,3	0,6	1,2	1,8	1,8
N ₁₂₀ P ₁₈₀ K ₆₀	3,7	3,5	1,2	1,5	2,3	2,5
предшественник сахарная свекла						
Контроль	2,2	1,5	0,6	0,7	0,8	1,2
N ₁₁₃ P ₉₀ K ₃₀	5,4	3,1	1,1	1,4	1,4	2,4
N ₇₅ P ₁₃₅ K ₃₀	4,0	1,9	0,7	1,0	1,0	1,7
N ₇₅ P ₉₀ K ₃₀	4,2	2,7	1,1	1,5	1,2	2,2
P ₉₀ K ₃₀	1,8	1,4	0,5	0,7	0,6	1,0
N ₇₅ P ₁₅ K ₃₀	3,9	3,0	1,0	1,2	1,4	2,1
N ₇₅ P ₉₀	3,3	2,1	1,0	1,3	1,3	2,0
N ₁₁₃ P ₁₃₅ K ₄₅	4,9	3,5	1,1	1,6	1,5	2,5
N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₆₀	5,1	3,5	1,4	1,6	1,7	2,7

Содержание нитратного азота на удобренных фонах также растет от начала освоения севооборота к окончанию второй ротации. В начале первой ротации между количеством NPK в удобрении и содержанием нитратов в фазы кущения и трубкавания обнаруживается средняя степень сопряженности ($r=+0,563-0,691$), во второй же ротации (по люцерне) коэффициент корреляции заметно возрастает в фазу трубкавания как в пахотном, так и в слое почвы 0-50 см соответственно до +0,713 и +0,727. В конце второй ротации по сахарной свекле эта зависимость становится еще более тесной, достигая +0,756 и +0,813.

Концентрация нитратного иона в почве значительно увеличивается под влиянием аммиачной селитры. Зависимость содержания нитратов от доз азота в удобрении становится достаточно высокой в пахотном слое почвы в фазу трубкавания озимой пшеницы уже в первой ротации ($r=+0,871$), а во второй она несколько ослабляется после люцерны ($r=+0,765$), существенно возрастает после сахарной свеклы, достигая в пахотном слое почвы в фазу кущения +0,912

(рис.1). Уровень содержания нитратного азота в этот период становится определяющим в формировании высокой урожайности озимой пшеницы. Коэффициент корреляции между ними достигает +0,838 (рис.2). Следовательно, данная фаза является диагностической для достижения оптимального содержания N-NO₃ в почве посредством внесения азотных туков. Уровень накопления нитратного азота в почве в первую очередь определяется удобрением, во вторую - предшественником и в третью - степенью окультуренности почвы.

Углеаммонийнорастворимые фосфаты. Содержание подвижных фосфатов в почве под посевами озимой пшеницы (без внесения удобрений) характеризуется тем, что оно, почти не изменяясь после люцерны, несколько повышается после сахарной свеклы. В первом случае это следствие использования люцерной значительных количеств фосфора, а во втором - мобилизация фосфатов почвы в результате междурядных обработок пропашных культур севооборота на фоне интенсивных поливов. Такая же динамика поведения фосфора в течение двух ротаций севооборота обнаруживается и на удобренных фонах, но на значительно более высоком уровне. Причем в пределах ротации отчетливо прослеживается более заметное увеличение содержания фосфатов в почве в конце, чем в начале севооборота. Корреляционно-регрессионный анализ показал наличие довольно существенной сопряженности между количеством NPK в удобрении и содержанием подвижного фосфора в почве, особенно она ощутима в пахотном слое почвы в фазу кущения ($r=+0,724-0,791$). Главная роль в обогащении почвы углеаммонийнорастворимыми фосфатами независимо от предшественников принадлежит фосфорным удобрениям (табл.2). Причем чем выше его норма, тем интенсивнее его накопление в почве. Коэффициент корреляции между ними в севообороте составляет для пахотного слоя (фаза кущения) $r=+0,807-0,982$ (рис.3). Зависимость урожая зерна от уровней накопления углеаммонийнорастворимых фосфатов определяется, прежде всего, предшественником. По люцерне существует более высокая степень сопряженности между ними, чем по сахарной свекле. Коэффициент корреляции для пахотного слоя почвы в фазе кущения в этом случае достигает +0,847 (рис.4). Связь между содержанием подвижного фосфора и продуктивностью культуры во втором случае менее существенна. Для пахотного слоя в фазе кущения в первой ротации она равна +0,539, во второй - 0,575. Азот улучшает фосфорный режим почвы. Действие калия также позитивное. Навоз в последствии при всех его нормах (30 и 60 т/га) усиливает накопление усвояемых фосфатов в почве. Фосфор, внесенный в запас на три года непосредственно под озимую пшеницу (275 кг/га) влияет положительно на фосфатный режим почвы в первый год, но не дает эффекта в последствии (250 кг/га) во второй. Следовательно, доза фосфорных удобрений должна стать средством создания оптимального фона накопления подвижных фосфатов независимо от места культуры в севообороте для программированной высокой продуктивности озимой пшеницы.

Таблица 2

Содержание углеаммонийнорастворимых фосфатов в слое почвы 0-100 см по фазам развития озимой пшеницы, мг/100 г почвы

Вариант	Куше- ние	Трубно- вание	Колоше- ние	Молочно- восковая спелость	Полная спелость	Среднее за вегетацию
предшественник люцерна						
Контроль	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	1,9	1,5	1,3	1,5	1,2	1,5
N ₆₀ P ₁₃₅ K ₃₀	2,9	2,0	2,2	2,6	2,1	2,4
N ₆₀ P ₉₀ K ₃₀	2,2	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
P ₉₀ K ₃₀	1,7	1,7	2,1	2,2	2,4	2,0
N ₆₀ P ₁₅ K ₃₀	0,9	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7
N ₆₀ P ₉₀	1,5	1,1	1,2	1,7	1,4	1,4
N ₉₀ P ₁₃₅ K ₄₅	2,6	2,1	2,7	2,4	1,9	2,4
N ₁₂₀ P ₁₈₀ K ₆₀	2,4	2,4	2,6	2,7	2,0	2,4
предшественник сахарная свекла						
Контроль	0,9	1,0	0,9	0,7	1,0	0,9
N ₁₁₃ P ₉₀ K ₃₀	2,4	1,9	1,7	1,3	1,9	1,8
N ₇₅ P ₁₃₅ K ₃₀	2,9	2,4	2,0	1,7	2,3	2,2
N ₇₅ P ₉₀ K ₃₀	2,2	1,9	1,8	1,5	1,9	1,9
P ₉₀ K ₃₀	1,9	1,9	1,6	1,3	1,7	1,7
N ₇₅ P ₁₅ K ₃₀	0,9	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8
N ₇₅ P ₉₀	1,9	1,8	1,6	1,6	1,6	1,7
N ₁₁₃ P ₁₃₅ K ₄₅	2,5	2,4	1,9	1,9	2,3	2,2
N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₆₀	3,0	2,7	2,0	2,2	2,6	2,5

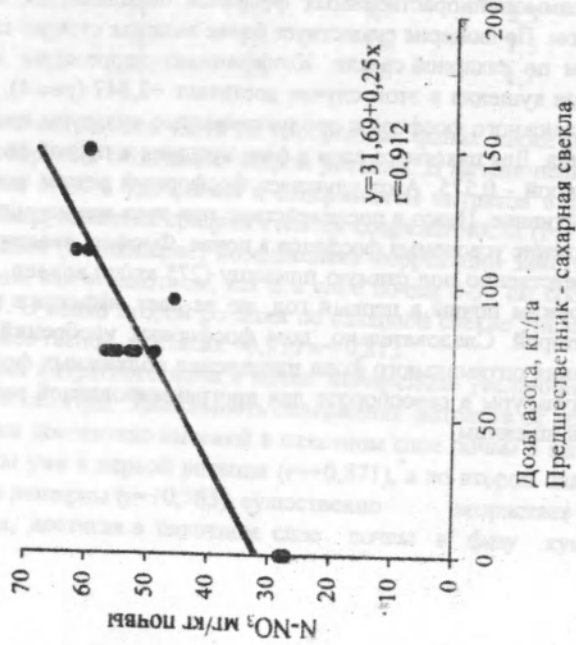


Рис. 1. Коррелятивная зависимость между дозой азота и содержанием нитратов в слое почвы 0-25 см в фазу кушения

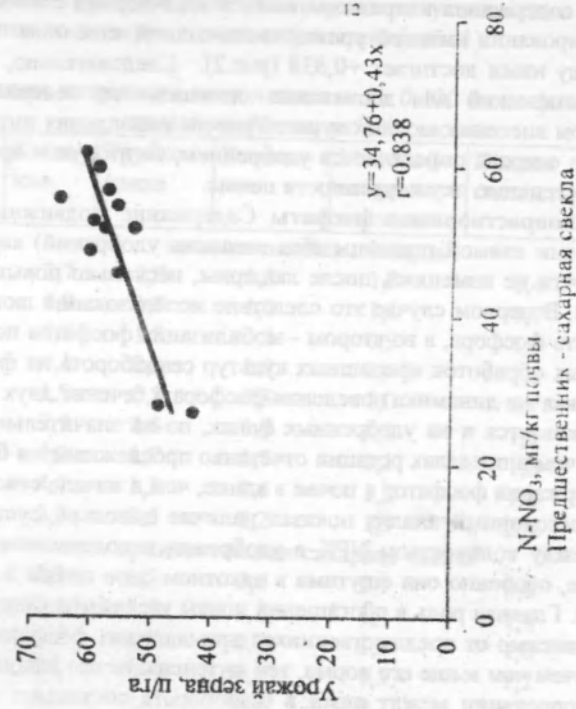


Рис. 2. Коррелятивная зависимость между содержанием нитратов в слое почвы 0-25 см в фазу кушения и урожаем зерна

Подвижный калий. Содержание обменного калия в почве на контроле неуклонно снижается и от высокой обеспеченности в начале освоения севооборота опускается до средней в конце второй ротации, что свидетельствует о значительном его выносе культурами севооборота. На удобренных фонах темпы убыли подвижного калия не столь значительны, как на контроле и его содержание не выходит за рамки повышенной градации. Минеральные удобрения усиливают скорость мобилизации обменного калия из почвенных запасов и тем самым поддерживают подвижный фонд калия в течение двух ротаций севооборота на стабильно повышенном уровне, хотя со временем он постепенно понижается. Внесение хлористого калия отражается положительно на запасах подвижного калия в почве. Наличие существенной зависимости между количеством калия в удобрении и содержанием подвижных его форм в почве выявлено лишь для конца второй ротации (по сахарной свекле). При этом наиболее тесная связь отмечается в фазе трубкавания ($r=+0,791$) и молочно-восковой спелости ($r=+0,827$) и здесь же для фазы кушения установлена наиболее прямая корреляционная зависимость между концентрацией подвижного

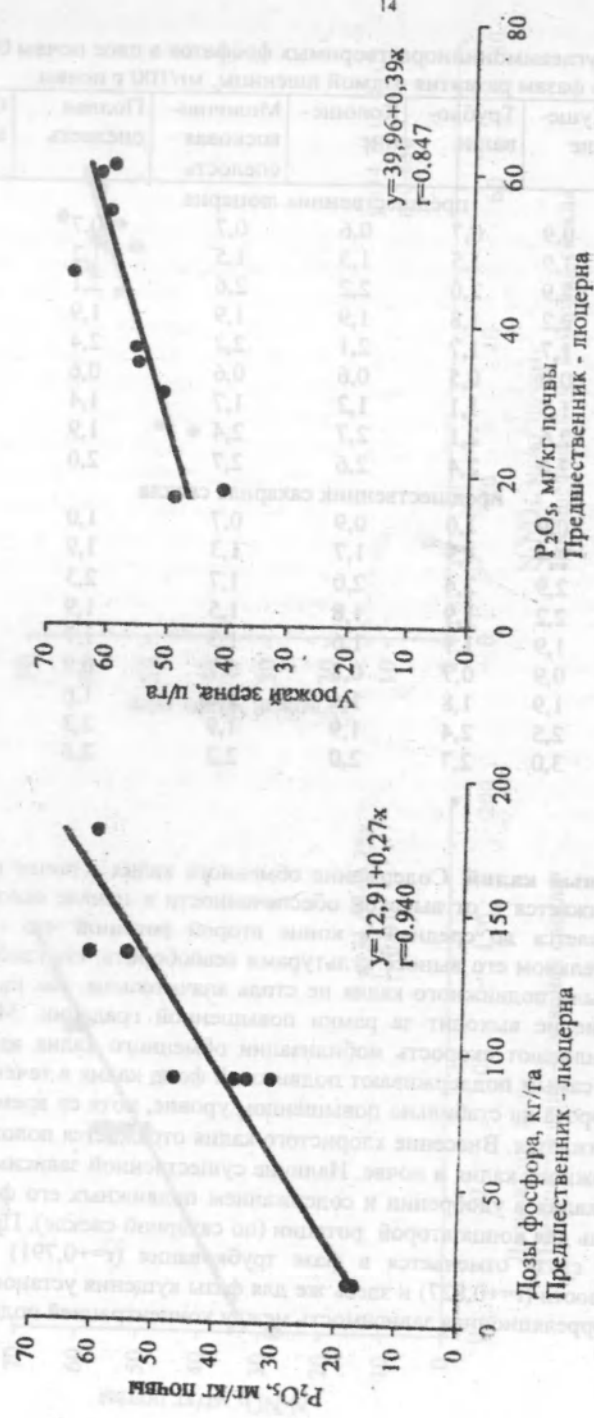


Рис. 3. Коррелятивная зависимость между дозой фосфора и содержанием углеаммонийнорастворимых фосфатов в слое почвы 0-25 см в фазу кущения Предшественник - люцерна

Рис. 4. Коррелятивная зависимость между содержанием углеаммонийнорастворимых фосфатов в слое почвы 0-25 см в фазу кущения и урожаем зерна Предшественник - люцерна

калия в почве и урожаем зерна ($r=+0,701$). Действие аммиачной селитры на этот показатель также существенно. Тройные комбинации удобрений (NPK) улучшают калийный режим почвы значительно сильнее, чем их двойные сочетания.

Существенных изменений в содержании нитратного азота в почве под озимой пшеницей между различными формами азотсодержащих минеральных удобрений при использовании их в условиях севооборота не наблюдается. Вместе с тем имеется тенденция его роста в случае применения мочевино-формальдегидного удобрения и уменьшение уровней накопления $N-NO_3$ при внесении легкорастворимых форм азотных туков. Влияние фосфорсодержащих форм минеральных удобрений на содержание нитратов не отмечается. Различные формы азотных и фосфорных удобрений также не приводят к заметному изменению содержания углеаммонийнорастворимых фосфатов в почве, но имеется тенденция некоторого его увеличения от сложных форм удобрений. Каких-либо закономерных изменений в накоплении в почве обменного калия в зависимости от форм азотных, фосфорных и сложных удобрений не выявляется.

Микроэлементы. Сероземно-луговые почвы средне обеспечены подвижным бором и цинком и несколько лучше доступным марганцем. Микроудобрения при изучаемых нами дозах не оказывают существенного влияния на концентрацию подвижных форм микроэлементов в почве.

Содержание элементов питания в растениях озимой пшеницы под влиянием удобрений

Определение содержания основных элементов питания в органах озимой пшеницы в разные периоды ее роста и развития имеет важное значение для обоснования рациональной системы удобрения данной культуры. При этом удается установить оптимальные концентрации питательных веществ в тканях растений, необходимые для формирования высокого урожая с хорошим его качеством.

Азот, фосфор, калий и микроэлементы в органах растений. Установлено, что между содержанием питательных веществ в почве, химическим составом растений, урожайностью и качеством продукции существует определенная связь (Болдырев, 1959; Бондаренко, 1974; Никитишен, 1975; Бакун, 1978).

По данным наших исследований содержание азота и фосфора в полной спелости растений как в зерне, так и в соломе (судя по контролю) увеличивается от ротации к ротации севооборота. Концентрация калия в целом слабо изменяясь в зерне, имеет два максимума в соломе: в начале освоения севооборота и в конце второй ротации. Влияние предшественников на содержание азота, фосфора и калия в надземных органах растений в течение двух ротаций не обнаруживается.

Удобрения способствуют существенному увеличению процентного содержания азота, фосфора и калия в органах озимой пшеницы. Азот, независимо от предшественников и длительности применения удобрений, повышает концентрацию азота в листьях, стеблях, колосьях, а также калия в надземных органах и здесь же незначительно фосфора. Внесением фосфора поддерживается высо-

кая концентрация данного элемента в листьях, стеблях и колосьях, но выявляется неоднозначное его действие в отношении азота и увеличение содержания калия в озимой пшенице во второй ротации, особенно по сахарной свекле. Положительное влияние калия распространяется на содержание одноименного элемента в конце первой ротации в листьях и в течение второй - в листьях, стеблях, а в ее конце - и в колосьях, а также фосфора в надземных органах растений в течение всех этапов исследований.

По люцерне концентрация азота в корнях озимой пшеницы определяется присутствием в системе питания фосфора, затем азота и калия. Но тройные комбинации удобрений повышают содержание азота в корнях значительно сильнее, чем их двойные сочетания. Влияние фосфора на относительную величину накопления одноименного элемента в корневой системе озимой пшеницы существеннее в отличие от азота и калия, положительное действие которых на этот процесс не ощущается. Фосфор стимулирует аккумуляцию калия корнями озимой пшеницы, тогда как от двух других элементов питания подобное не обнаруживается.

Урожай зерна по сахарной свекле в первой ротации зависел от содержания азота в листьях в период трубкования, в стеблях во время кущения ($r=+0,852$), во второй - в колосьях в полную спелость ($r=+0,703$). По люцерне величина урожая зерна находится в наиболее тесной сопряженности с содержанием азота в стеблях в молочно-восковую спелость ($r=+0,776$) и в колосьях в фазу колошения ($r=+0,798$). По пласту трав наблюдалась также тесная связь между урожаем зерна и содержанием фосфора в листьях в фазу кущения ($r=+0,865$), в стеблях и колосьях в период колошения ($r=+0,794$, $r=+0,878$), а по сахарной свекле в стеблях во время трубкования ($r=+0,873$). Содержание калия в листьях в фазу кущения ($r=+0,907$), в стеблях в период трубкования ($r=+0,797$) по сахарной свекле в первой ротации, а также в стеблях в молочно-восковую спелость ($r=+0,823$), в колосьях во время колошения ($r=+0,789$) по люцерне отражается положительно на формировании урожая зерна озимой пшеницы.

Концентрация азота в органах озимой пшеницы значительно чаще возрастает под действием мочевины, аммиачной селитры, суперфосфата двойного и простого. Двойной суперфосфат, мочевино-формальдегидное удобрение и аммофосфат оказывают некоторое стимулирующее влияние на концентрацию фосфора в органах озимой пшеницы. Закономерных изменений в содержании калия в вегетативных частях данной культуры от использования форм минеральных удобрений не обнаруживается.

Бора и марганца сосредотачивается больше в соломе, а цинка - в зерне. Макроудобрения увеличивают содержания бора и цинка в соломе и марганца в зерне. Бор снижает концентрацию всех трех элементов (B, Mn, Zn) в обеих частях урожая, за исключением марганца в зерне, содержание которого здесь незначительно возрастает. Марганец способствует увеличению содержания данного элемента в зерне, а также цинка и бора в соломе. Цинк усиливает аккумуляцию в зерне бора и цинка, а в соломе бора и марганца.

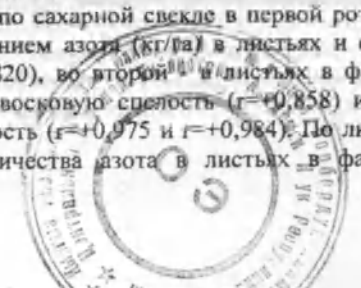
Поступление элементов питания в растения по фазам и периодам их развития. Максимум накопления азота и фосфора в течение вегетации, неза-

висимо от предшественников и систем удобрения в большинстве случаев отмечается в молочно-восковой спелости и лишь в конце второй ротации (по сахарной свекле) для фосфора этот период чаще наступает в полной спелости. Пик накопления калия озимой пшеницей достигается в фазе колошения. Азотное удобрение усиливает поступление азота и калия в растения по пропашному предшественнику, а фосфора только в конце второй ротации. Фосфорное удобрение, независимо от предшественников, увеличивает накопление во всех органах озимой пшеницы прежде всего фосфора, а по люцерне также азота и калия. Калийное питание улучшает обеспеченность растений азотом чаще во второй ротации и в завершающие периоды вегетации, фосфором по пласту люцерны, а калием слабее по обоим предшественникам в первой ротации и сильнее во второй. Последствие навоза, а также фосфора, внесенного в запас на накопление в растениях азота и фосфора не выявляется, а по калию отмечается только в первой ротации. Рост поступления бора, марганца и цинка в надземные органы озимой пшеницы определяется наличием в составе удобрения цинка и марганца.

По люцерне максимальное общее и среднесуточное поступление азота в растения, независимо от фонов питания, происходит в период кущение-трубкование. Сильнее стимулирует этот процесс фосфор, затем азот. Влияние калия на поступление азота в растения по периодам вегетации неопределенное. По пропашному предшественнику максимальное количество азота поступает в растения по большинству фонов питания в периоды всходы-кущение и кущение-трубкование. А усиленное среднесуточное потребление азота озимой пшеницей происходит от трубкования до колошения. Наибольшее действие на поступление в растения азота отмечается при внесении одноименного элемента, менее значительно влияние фосфора, действие калия неопределенное.

По люцерне наиболее интенсивный период поступления в озимую пшеницу фосфора от кущения до трубкования, при этом наблюдается высокое действие фосфора. Влияние азота и калия менее значимое и равноценное. По сахарной свекле фосфор поступает наиболее усиленно в период: трубкование-колошение. Высокая величина поступления фосфора в растения поддерживается за счет присутствия в удобрительной смеси фосфора, а также и азота. Калий усваивается озимой пшеницей с момента появления всходов и завершается в течение короткого времени (кущение-колошение). Наиболее интенсивный период поступления его в растения, независимо от предшественников и длительности применения удобрений, - кущение-трубкование. По сахарной свекле существенный рост поступления калия в органы растений наблюдается при внесении азота, затем фосфора. А после люцерны наиболее важным является применение фосфора, затем азота и калия.

Продуктивность культуры по сахарной свекле в первой ротации коррелирует наиболее тесно с накоплением азота (кг/га) в листьях и стеблях в фазу трубкования ($r=+0,841$ и $r=+0,820$), во второй - в листьях в фазу колошения ($r=+0,855$), стеблях в молочно-восковую спелость ($r=+0,858$) и в колосьях в обеих ротациях в полную спелость ($r=+0,975$ и $r=+0,984$). По люцерне урожай зерна зависел больше от количества азота в листьях в фазу колошения



($r=+0,903$), в стеблях во время трубкования ($r=+0,892$) и колосьях в молочно-восковую спелость ($r=+0,961$). По сахарной свекле в первой ротации влияние фосфора на этот показатель лучше выражено в листьях во время кушения ($r=+0,784$), а во второй в фазу колошения ($r=+0,847$), в стеблях в период трубкования ($r=+0,821$) и в колосьях в обеих ротациях в полную спелость ($r=+0,983$ и $r=+0,952$). По люцерне урожай зерна имеет высокую зависимость с количеством фосфора в листьях ($r=+0,916$) и стеблях ($r=+0,907$) в фазу колошения, в колосьях ($r=+0,941$) в полную спелость. Достоверная связь между величиной калля и урожаем зерна по сахарной свекле в первой ротации обнаруживается в листьях в фазу кушения ($r=+0,785$), во второй - в период колошения ($r=+0,783$), а в стеблях и колосьях в обеих ротациях - в полную спелость ($r=+0,836$ и $r=+0,831$, $r=+0,867$ и $r=+0,934$). По люцерне подобная сопряженность урожая зерна имеет место по отношению листьев в фазу колошения ($r=+0,931$), стеблей во время трубкования ($r=+0,959$) и колосьев в полную спелость ($r=+0,947$).

Вынос элементов питания. Вынос азота, фосфора и калия с урожаем озимой пшеницы в полную спелость увеличивается от ротации к ротации. По пласту люцерны вынос всех трех элементов питания возрастает с применением фосфора, по сахарной свекле - азота. По люцерне продуктивность культуры повышается за счет расхода азота и калия, по сахарной свекле в результате большего выноса фосфора и калия. Баланс по азоту и калию независимо от предшественников и фонов питания при изучаемых нормах удобрений отрицательный, а по фосфору - положительный. Навоз по последствию (30 и 60 т/га) сокращает недостаток по азоту и заметно снижает дефицит по калию. Внесение микроудобрений создает значительный положительный баланс соответствующих микроэлементов, достигающий +2572,3 г в отношении марганца, +681,3 г и 1785,4 г/га применительно к бору и цинку.

Вынос элементов питания растениями положительно коррелирует с величиной урожая. При этом наиболее высокая степень сопряженности наблюдается между выносом азота и продуктивностью культуры как в первой $r=+0,881$ (люцерна), $r=+0,975$ (сахарная свекла), так и во второй ротациях $r=+0,966$ (люцерна), $r=+0,957$ (сахарная свекла). Связь фосфора с урожаем зерна была достаточно высокой, главным образом во второй ротации и прежде всего по люцерне ($r=+0,931$), но она ослабевала по данному предшественнику в первой ротации ($r=+0,782$), оставаясь существенной в обоих случаях по сахарной свекле ($r=+0,912$ и $r=+0,893$). Между выносом калия растениями и урожаем зерна коррелятивная зависимость была тесной по обоим предшественникам во второй ротации $r=+0,928$ (люцерна), $r=+0,879$ (сахарная свекла) и в конце первой ротации $r=+0,857$ (сахарная свекла), но стала средней в ее начале $r=+0,404$ (люцерна).

Влияние удобрений на рост корневой системы и фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы

Влияние удобрений на рост корневой системы и фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы

В познании механизма формирования урожая большое значение придается изучению роста корневой системы и фотосинтетической деятельности растений. Важнейшими показателями последней являются площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал посевов, чистая продуктивность фотосинтеза, содержание хлорофилла и прирост сухого вещества растений. Максимальные урожаи, как правило, могут быть получены при оптимальном сочетании всех названных элементов (Ничипорович, 1964; Гойса и др., 1979).

Корневая система. В наших условиях озимая пшеница обладает довольно хорошо развитой корневой системой. От надземной массы растений в полуметровом слое почвы в полную спелость она составляет 23,2% на контроле и 21,9-26,3% - на удобренных фонах. Исключение одного из элементов питания из состава удобрений повышает массу корней по отношению к их надземной части. Основная масса корней сосредотачивается в пахотном слое (78,6-83,4%). Наиболее мощная корневая система (4146,1 кг/га) образуется при внесении $N_{90}P_{135}K_{45}$, а по оптимальному фону питания ($N_{60}P_{90}K_{30}$) масса корней составляет более умеренную величину -3823,7 кг/га или 22,0% к уровню биомассы надземных органов, при этом 78,6% ее размещается в верхней части почвенной толщи (0-25 см). Количество азота, фосфора и калия в удобрениях положительно коррелирует с массой корней ($r=+0,672$), а она, в свою очередь, имеет тесную связь с урожаем зерна ($r=+0,872$).

Ассимиляционный аппарат и содержание хлорофилла. Площадь листовой поверхности озимой пшеницы в течение вегетации изменяется в зависимости от сортовых особенностей растений. Безостая 1 характеризуется сравнительно интенсивным развитием листового аппарата в начале вегетации (фаза кушения) с его максимумом в фазе трубкования. А Интенсивной присуще медленное развитие площади листьев в фазе кушения, усиление его в период трубкования и достижение наибольшей величины в фазе колошения.

Между количеством NPK в удобрениях и площадью листьев по сахарной свекле в первой ротации наиболее высокая связь наблюдалась в фазу колошения и трубкования, во второй ротации - прежде всего в фазу колошения и кушения, затем в фазу трубкования ($r=+0,856$). По люцерне связь между этими показателями максимальная в фазу колошения, несколько меньше в фазу трубкования и минимальная в фазу кушения.

По пропашному предшественнику возрастает действие азота. Зависимость между дозой азота и площадью листьев в первой ротации наиболее тесная только в фазу колошения ($r=+0,913$), во второй она существенна во все сроки определения, особенно в фазу колошения ($r=+0,890$) и трубкования ($r=+0,926$), затем в фазу кушения ($r=+0,845$). Влияние фосфора на формирование листьев по данному предшественнику среднее ($r=+0,314-0,682$), а калия среднее в первой ротации ($r=+0,255-0,637$), сильное во второй ($r=+0,700-0,732$) и особенно в фазу кушения ($r=+0,768$).

Влияние удобрений на рост корневой системы и фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы

По пласту многолетних трав важно внесение фосфора. Площадь листьев сильно зависела от дозы этого элемента в фазу колошения ($r=+0,926$) и несколько слабее во время трубкования и кушения ($r=+0,853$ и $r=+0,803$), а азот и калий имели наиболее тесную связь с площадью листьев по данному предшественнику только в фазу колошения ($r=+0,748$ и $r=+0,756$).

Определяющими для формирования урожая зерна озимой пшеницы являются размеры листьев в фазу колошения. Увеличение площади листьев при внесении удобрений тесно коррелирует в этот период с продуктивностью культуры и по сахарной свекле ($r=+0,891$), и по люцерне ($r=+0,884$).

Удобрения стимулируют образование хлорофилла. Между содержанием хлорофилла в листьях и количеством удобрений наблюдается высокая корреляционная связь в фазу трубкования ($r=+0,776$) и еще более существенная в фазу колошения ($r=+0,902$). Действенное влияние на этот процесс оказывает азот. Коэффициент корреляции достигает наибольшей величины в фазу трубкования ($r=+0,910$), несколько меньше он в фазу колошения ($r=+0,883$). Увеличение количества хлорофилла, особенно в фазы трубкования и колошения, имеет высокую сопряженность с урожаем зерна ($r=+0,907$ и $r=+0,912$).

Фотосинтетический потенциал. Фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы на контроле, независимо от предшественников, имеет почти одинаковую величину. Удобрения увеличивают величину фотосинтетического потенциала посевов. Причем более сильная сопряженность между ними обнаруживается по пласту многолетних трав ($r=+0,922$), чем по пропашному предшественнику ($r=+0,833$). В последнем случае фотосинтетический потенциал имел тесную коррелятивную связь с дозой азота ($r=+0,939$), затем калия ($r=+0,729$) и наконец фосфора ($r=+0,585$). По люцерне данный показатель в первую очередь зависел от дозы фосфора ($r=+0,902$), затем азота ($r=+0,783$) и калия ($r=+0,647$). Рост фотосинтетического потенциала посевов при внесении удобрений обнаруживает высокую коррелятивную зависимость между ними и урожаем зерна как по люцерне ($r=+0,938$), так и по сахарной свекле ($r=+0,866$).

На основании установленных выше зависимостей нами получены уравнения регрессии, которые позволили определить оптимальные параметры фотосинтетических показателей озимой пшеницы для различных уровней их урожайности (табл.3).

Продуктивность фотосинтеза. Положительное влияние минеральных удобрений на чистую продуктивность фотосинтеза не отмечается. Максимальные урожаи зерна на оптимальных фонах питания обусловлены, прежде всего, повышенной величиной и более активной работой листового аппарата (особенно после колошения), высоким содержанием хлорофилла, а также хорошим фотосинтетическим потенциалом посевов.

(807,07-1) минеральных удобрений

Таблица 3

Урожай зерна и оптимальные уровни фотосинтетических показателей озимой пшеницы

Урожай, ц/га	Оптимальные уровни фотосинтетических показателей (фаза колошения)		
	площадь листьев, тыс.м ² /га	фотосинтетический потенциал посевов, млн.м ² /га дней	содержание хлорофилла, мг/г абсолютно сухих листьев
предшественник люцерна			
40-45	31-40	1,61-2,03	-
46-50	41-47	2,08-2,40	-
51-55	49-54	2,48-2,80	-
56-60	56-62	2,88-3,00	-
61-65	63-69	3,22-3,57	-
66-70	70-75	3,64-3,98	-
предшественник сахарная свекла			
40-45	25-34	1,36-1,70	24,4-28,4
46-50	36-42	1,79-2,13	29,2-32,4
51-55	44-51	2,21-2,56	33,2-36,4
56-60	53-59	2,65-2,98	37,2-40,4
61-65	61-68	3,07-3,41	41,2-44,4
66-70	70-77	3,50-3,80	45,2-48,4

Накопление сухого вещества. Накопление сухого вещества озимой пшеницей усиливается под влиянием минеральных удобрений и продолжается, независимо от предшественников, до молочно-восковой спелости. Общие и среднесуточные его приросты наиболее интенсивные по пропашному предшественнику, чаще в период трубкование-колошение, а по люцерне от колошения до молочно-восковой спелости зерна.

В фазу колошения обнаруживалась наиболее высокая сопряженность между дозой азота и накоплением сухой биомассы по пропашному предшественнику ($r=+0,832-0,917$), а также между фосфорным удобрением и массой сухого вещества по пласту многолетних трав ($r=+0,843$). По пропашному предшественнику калий имел прямую зависимость с накоплением сухого вещества в первой ротации в фазу колошения ($r=+0,741$), а во второй - во время трубкования и колошения ($r=+0,737$ и $r=+0,732$). По люцерне наиболее существенная связь между дозой азота и накоплением сухого вещества отмечалась в молочно-восковую спелость ($r=+0,757$). Но она ослабевала между дозой фосфора и накоплением сухого вещества по пропашному предшественнику в течение всех фаз развития растений ($r=+0,604-0,623$), а также между калием и сухой биомассой по люцерне ($r=+0,587-0,646$).

Накопление сухого вещества, особенно в фазу кушения и молочно-восковой спелости, сильнее коррелировало с урожаем зерна ($r=+0,803$ и

$r=+0,978$) по пропашному предшественнику в первой ротации, а во второй связь наблюдалась в фазу колошения и также в молочно-восковую спелость ($r=+0,823$ и $r=+0,960$). По люцерне корреляционная связь между накоплением сухого вещества и продуктивностью культуры была высокой в течение всего периода вегетации, но особенно от трубкавания до колошения ($r=+0,917-0,960$). Для них выведены уравнения регрессии и определены размеры накопления сухого вещества для различной высоты урожая зерна озимой пшеницы.

Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений

Действие видов, норм и соотношений удобрений на урожай. Важнейшими показателями, характеризующими эффективность удобрений, является величина урожая. Сероземно-луговые почвы в условиях орошения в сочетании с другими приемами агротехники без внесения удобрений, способствуют получению урожая зерна озимой пшеницы в пределах 36,0-43,9 ц/га (табл.4,5). При этом рост ее продуктивности идет независимо от предшественников от первой к началу третьей ротации севооборота, что связано с повышением уровня окультуренности почвы на основе высокой агротехники. Прибавка урожая зерна за счет действия данного фактора в течение трех ротаций составила 7,9 ц/га.

Удобрения обеспечивают значительное увеличение урожайности озимой пшеницы. При этом их эффективность несколько выше по пласту бобовых трав, чем по пропашным предшественникам. В свою очередь по сахарной свекле они действуют намного сильнее, чем по кукурузе на зерно. После распашки пласта бобовых многолетних трав повышается потребность озимой пшеницы в фосфоре, по старопашке увеличивается потребность в азоте. Чем окультуреннее почва, тем выше эффективность удобрений.

По всем предшественникам в течение трех ротаций между количеством азота, фосфора и калия и урожаем зерна озимой пшеницы существовала прямая коррелятивная связь. По сахарной свекле она была самой высокой в первой ротации ($r=+0,873$), но ослабевала во второй ($r=+0,639$). Это связано с линейным ростом в первой ротации продуктивности озимой пшеницы по мере увеличения нормы внесения минеральных удобрений (до $N_{75}P_{90}K_{30}$). Во второй ротации урожай зерна, увеличиваясь при умеренных нормах удобрений ($N_{75}P_{90}K_{30}$), снижался при повышенных их дозах ($N_{113}P_{135}K_{45}$ и $N_{150}P_{180}K_{60}$). По люцерне тесная зависимость между количеством NPK в удобрении и урожаем зерна сохранялась во второй и в третьей ротациях севооборота ($r=+0,799-0,754$).

По люцерне прибавки урожая зерна озимой пшеницы от азота на фоне фосфорно-калийного питания в зависимости от его дозы достигают в первой ротации (N_{30-45}) 8,5-5,8 ц/га, во второй (N_{60-90}) - 15,3-4,7 ц/га, в третьей (N_{60-90}) - 9,7-6,9 ц/га. По сахарной свекле прибавочный урожай составляет в первой ротации (N_{50-75}) 13,8-15,1 ц/га, во второй (N_{75-113}) - 16,8-10,1 ц/га, в третьей ротации по кукурузе на зерно (N_{75-113}) - 14,2-9,5 ц/га. Между дозой азота и урожаем зерна озимой пшеницы тесная связь обнаруживается по пропашным предшественникам, особенно в первой ротации ($r=+0,957$), несколько слабее она во второй ($r=+0,730$) и в третьей ротации севооборота ($r=+0,785$). По люцерне

Таблица 4

Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы после люцерны по ротациям севооборота (среднее за 1968-1970, 1977-1979, 1986-1988 гг.)

Вариант	1-я ротация		Вариант	2-я ротация		3-я ротация	
	урожай зерна, ц/га	прибавка ц/га %		урожай зерна, ц/га	прибавка ц/га %	урожай зерна, ц/га	прибавка ц/га %
Контроль	36,0	-	Контроль	40,9	-	43,9	-
$N_{45}P_{60}K_{20}$	45,8	9,8	$N_{90}P_{90}K_{30}$	55,8	14,9	66,4	22,5
$N_{30}P_{90}K_{20}$	44,1	8,1	$N_{60}P_{135}K_{30}$	59,7	18,8	64,6	20,7
$N_{30}P_{60}K_{20}$	48,5	12,5	$N_{60}P_{90}K_{30}$	66,4	25,5	69,2	25,3
$P_{60}K_{20}$	40,0	4,0	$P_{90}K_{30}$	51,1	10,2	59,5	15,6
$N_{30}P_{15}K_{20}$	39,2	3,2	$N_{60}P_{15}K_{30}$	49,0	8,1	58,3	14,4
$N_{30}P_{60}$	45,6	9,6	$N_{60}P_{90}$	55,3	14,4	61,6	17,7
$N_{45}P_{90}K_{30}$	42,4	6,4	$N_{90}P_{135}K_{45}$	60,3	19,4	65,5	23,6
$N_{30}P_{275}K_{20}$	44,7	8,7	$N_{120}P_{180}K_{60}$	61,9	21,0	68,1	24,2
P, %	2,2-2,8			2,6-3,7		3,1-3,9	
$HC P_{0,95}$, ц/га	3,5-3,9			4,8-5,1		4,8-5,8	

Таблица 5

Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы после сахарной свеклы и кукурузы по ротациям севооборота (среднее за 1972-1974, 1981-1983, 1990-1992 гг.)

Вариант	1-я ротация		Вариант	2-я ротация		3-я ротация	
	урожай зерна, ц/га	прибавка ц/га %		урожай зерна, ц/га	прибавка ц/га %	урожай зерна, ц/га	прибавка ц/га %
Контроль	38,0	-	Контроль	42,9	-	36,0	-
N ₇₅ P ₆₀ K ₂₀	53,2	15,2	N ₁₁₃ P ₉₀ K ₃₀	58,9	16,0	56,7	20,7
N ₅₀ P ₉₀ K ₂₀	53,8	15,8	N ₇₄ P ₁₃₅ K ₃₀	55,9	13,0	60,0	24,0
N ₅₀ P ₆₀ K ₂₀ ⁺							
последствие							
30 т/га навоза	52,1	14,1	N ₇₅ P ₉₀ K ₃₀	65,6	22,7	61,4	25,4
N ₅₀ P ₆₀ K ₂₀	51,9	13,9	P ₉₀ K ₃₀	48,8	5,9	47,2	11,2
P ₆₀ K ₂₀	38,1	0,1	N ₇₅ P ₁₅ K ₃₀	53,2	10,3	48,4	12,4
N ₅₀ P ₁₅ K ₂₀	49,5	11,5	N ₇₅ P ₉₀	55,8	12,9	57,0	21,0
N ₅₀ P ₆₀	52,5	14,5	N ₁₁₃ P ₁₃₅ K ₄₅	61,2	18,3	59,2	23,2
N ₇₅ P ₉₀ K ₃₀	56,5	18,5	N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₆₀	59,0	16,1	56,7	20,7
P ₉₀	2,2-2,8			2,1-3,9		2,1-2,9	
НСР ₀₉₅ , ц/га	3,5-3,9			3,4-5,9		3,6-3,8	

во всех ротациях севооборота между этими величинами выявляется средняя коррелятивная связь ($r=+0,585-685$).

После распашки пласта многолетних бобовых трав фосфор на фоне азотно-калийной системы в зависимости от доз внесения увеличивает урожай зерна озимой пшеницы в первой ротации (P₆₀₋₉₀) на 9,3-4,9 ц/га, во второй (P₉₀₋₁₃₅) - 17,4-10,7 ц/га, в третьей (P₉₀₋₁₃₅) - на 10,7-6,3 ц/га. По пропашным предшественникам за счет внесения фосфора удается повысить продуктивность культуры в первой ротации (P₆₀₋₉₀) на 2,4-4,3 ц/га, во второй (P₉₀₋₁₃₅) - 12,4-2,7 ц/га, в третьей (P₉₀₋₁₃₅) - на 13,0-11,6 ц/га. Зависимость урожая зерна озимой пшеницы от доз фосфора в удобрении характеризуется высокой степенью сопряженности по люцерне во второй и в третьей ротациях ($r=+0,799-725$) и средней по сахарной свекле ($r=+0,591-553$) и кукурузе ($r=+0,561$).

При внесении калия в сочетании с азотно-фосфорным удобрением происходит рост урожая зерна озимой пшеницы по отношению к фону по пласту люцерны в первой ротации (K₃₀) на 2,9 ц/га, во второй (K₃₀) - 11,1 ц/га, в третьей (K₃₀) - на 7,6 ц/га. По пропашным предшественникам прибавочный урожай от калия составляет только во второй (K₃₀) 9,8 ц/га и в третьей ротациях (K₃₀) - 3,4 ц/га. Урожай зерна озимой пшеницы имеет среднюю положительную связь с дозой калия в удобрениях. При этом она более существенна во второй и в третьей ротациях по люцерне ($r=+0,604-0,655$), по сахарной свекле ($r=+0,444$) и по кукурузе ($r=+0,472$).

Максимальный урожай зерна озимой пшеницы после распашки пласта бобовых многолетних трав формируется при внесении минеральных удобрений в первой ротации в дозе N₃₀P₆₀K₂₀ - 48,5 ц/га, во второй и третьей ротациях (N₆₀P₉₀K₃₀) - 66,4 и 69,2 ц/га. По пропашным предшественникам (сахарная свекла и кукуруза) в течение трех ротаций наиболее высокая продуктивность культуры соответственно 56,5, 65,6 и 61,4 ц/га достигается при использовании N₇₅P₉₀K₃₀. Навоз в последствии, равно как и фосфор, внесенный в запас, не имеет преимуществ перед ежегодным применением полной нормы минеральных удобрений непосредственно под озимую пшеницу.

Влияние форм минеральных удобрений на урожай. После пропашного предшественника (кукуруза) под озимую пшеницу весьма эффективно внесение аммиачной селитры, суперфосфата простого гранулированного и аммофоса. Продуктивность культуры при этом находится в пределах 53,3-56,5 ц/га (табл.6). В качестве возможных их заменителей можно использовать сульфат аммония и обесфторенный фосфат. Применение мочевино-формальдегидного удобрения и аммофосфата обеспечивает меньший рост урожая зерна.

По пласту многолетних бобовых трав наиболее высокая продуктивность озимой пшеницы отмечается под влиянием мочевины и аммиачной селитры, а также суперфосфата простого гранулированного и суперфоса. При этом урожай зерна достигает 63,4-66,1 ц/га.

Таблица 6

Влияние форм минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы (среднее за 1985-1987, 1992-1994 гг.)

Вариант	Предшественник люцерны			Предшественник кукурузы на зерно		
	урожай зерна, ц/га	прибавка, ц/га		урожай зерна, ц/га	прибавка, ц/га	
		к контролю	к фону лю		к контролю	к фону
Контроль	38,7	-	-	42,2	-	-
P _{ст} K _х -фон	50,4	11,7	-	47,3	5,1	-
Фон+N _{ин}	63,4	24,7	13,0	56,5	14,3	9,2
Фон+N _м	63,6	24,9	13,2	52,1	9,9	4,8
Фон+N _д	61,9	23,2	11,5	54,2	12,0	6,9
Фон+N _{мфу}	58,1	14,4	7,7	49,9	7,6	2,6
N _{ин} K _х -фон	47,3	8,6	-	47,2	5,0	-
Фон+P _{ст}	64,0	25,3	16,7	56,0	13,8	8,8
Фон+P _{сл}	61,3	22,6	14,0	51,3	9,1	4,1
Фон+P _{оф}	60,3	21,6	13,0	52,9	10,7	5,7
Фон+P _{суп}	64,9	26,2	17,6	-	-	-
K _х +NP _{ам}	66,1	27,4	2,1	53,3	11,1	-
K _х +NP _{афт}	64,7	25,0	0,7	49,9	7,7	-
P, %	3,1-3,7			3,1-4,2		
HCP ₀₉₅ , ц/га	4,3-5,6			4,1-4,7		

Величина урожая в зависимости от микроудобрений. На сероземно-луговых почвах при среднем содержании в них бора, цинка и повышенном марганца внесение под озимую пшеницу одноименных микроудобрений неэффективно. Однако с ростом продуктивности культуры существенно возрастает потребность растений в марганце. При возможности получения повышенных и высоких урожаев озимой пшеницы, внесение в почву прежде всего марганца (5 кг/га) является перспективным приемом.

Структура урожая под влиянием удобрений. Высокая продуктивность сорта озимой пшеницы Безостая I создается при пропорциональном развитии всех основных компонентов структуры урожая и, в первую очередь, она обеспечивается значительной продуктивной кустистостью ($r=+0,804$) и массой зерна ($r=+0,747$). Сорт Интенсивная формирует максимальный урожай зерна при существенном росте продуктивного стеблестоя ($r=+0,831-0,900$) и высокой озерненности колоса ($r=+0,851-0,885$). По люцерне независимо от сорта элементы структуры урожая существенно улучшаются, прежде всего под действием фосфора, а по пропашным предшественникам они заметно возрастают за счет азота.

Улучшение условий питания озимой пшеницы под влиянием азотных, фосфорных, калийных и марганцевых удобрений сопровождается не только ростом урожайности, но и существенным изменением качества получаемой продукции, о чем свидетельствуют приведенные ниже данные.

Влияние удобрений на качество урожая

Виды, нормы и соотношения удобрений. Объемная масса зерна под влиянием минеральных удобрений изменяется мало. Несколько лучше минеральные удобрения действуют на массу 1000 зерен. Существенных изменений этих показателей в зависимости от предшественников не выявляется. Тем не менее объемная масса зерна, как и масса 1000 зерен находится на уровне требований государственного стандарта на сильную пшеницу.

По мере повышения окультуренности почвы увеличивается общее количество стекловидных зерен, оно более значительное после распахки многолетних бобовых трав. С увеличением доз, применяемых под озимую пшеницу минеральных удобрений, также возрастает количество стекловидных зерен. Наблюдается прямая зависимость между количеством NPK в удобрениях и стекловидностью зерна как по люцерне, так и по сахарной свекле. Существенное влияние на нее, независимо от места культуры в севообороте, оказывает азот, особенно после сахарной свеклы. Фосфор снижает количество стекловидных зерен по пропашному предшественнику, но увеличивает по люцерне. Благоприятное влияние калия на данный показатель становится более заметным во второй ротации севооборота. Наиболее высокая стекловидность зерна наблюдается по сахарной свекле в первой ротации на фоне N₇₅P₉₀K₃₀ - 94,3%, во второй N₁₁₃P₉₀K₃₀ - 82,4%, по люцерне N₁₂₀P₁₈₀K₃₀ - 82,0%. На всех фонах питания (за исключением фосфорно-калийного по сахарной свекле) стекловидность зерна находится на уровне требований государственного стандарта.

Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы увеличивается от ротации к ротации, причем оно несколько выше по люцерне, чем по сахарной свекле (табл.7). Но эффективность минеральных удобрений проявляется сильнее по старопашке, чем по пласту многолетних бобовых трав. Во всех случаях применения удобрений уровень накопления клейковины в зерне определяется дозой азота. При этом степень сопряженности между ними более высокая по пропашному предшественнику ($r=+0,934-0,953$), чем после люцерны ($r=+0,784-0,925$). Активное действие фосфора на этот показатель обнаруживается, прежде всего, по люцерне, хотя корреляционная связь между ними не такая высокая ($r=+0,508$). Рост содержания клейковины в зерне озимой пшеницы по люцерне в первой ротации отмечается при внесении N₄₅P₉₀K₃₀ - 27,4%, во второй - N₁₂₀P₁₈₀K₆₀ - 31,0%, по сахарной свекле соответственно при N₇₅P₉₀K₃₀ - 28,1%, N₁₅₀P₁₈₀K₆₀ - 31,2%. Но качество клейковины, как и ее содержание, соответствует требованиям государственного стандарта только при применении оптимальных доз удобрений: сахарной свекле - N₇₅P₉₀K₃₀, по люцерне - N₆₀P₉₀K₃₀.

Таблица 7

Влияние минеральных удобрений на содержание клейковины и протеина в зерне озимой пшеницы по ротациям севооборота, %

Вариант	1-я ротация		Вариант	2-я ротация	
	клейковина	протеин		клейковина	протеин
предшественник люцерны					
Контроль	22,9	11,7	Контроль	28,2	12,4
N ₄₅ P ₆₀ K ₂₀	26,8	12,0	N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	30,8	13,0
N ₃₀ P ₉₀ K ₂₀	25,9	12,2	N ₆₀ P ₁₃₅ K ₃₀	29,1	13,3
N ₃₀ P ₆₀ K ₂₀	24,2	12,0	N ₆₀ P ₉₀ K ₃₀	30,4	13,3
P ₆₀ K ₂₀	24,8	12,2	P ₉₀ K ₃₀	28,4	12,6
N ₃₀ P ₁₅ K ₂₀	27,2	12,2	N ₆₀ P ₁₅ K ₃₀	29,9	13,1
N ₃₀ P ₆₀	25,7	12,1	N ₆₀ P ₉₀	29,3	13,3
N ₄₅ P ₉₀ K ₃₀	27,4	12,7	N ₉₀ P ₁₃₅ K ₄₅	30,7	13,9
N ₃₀ P ₂₇₅ K ₂₀	26,3	12,2	N ₁₂₀ P ₁₈₀ K ₆₀	31,0	13,9
предшественник сахарная свекла					
Контроль	19,1	11,8	Контроль	26,0	13,6
N ₇₅ P ₆₀ K ₂₀	27,5	14,0	N ₁₁₃ P ₉₀ K ₃₀	30,6	14,9
N ₅₀ P ₉₀ K ₃₀	25,2	12,9	N ₇₅ P ₁₃₅ K ₃₀	29,5	14,7
N ₅₀ P ₆₀ K ₂₀ † последствие					
30 т/га навоза	25,2	13,2	N ₇₅ P ₉₀ K ₃₀	30,3	14,8
N ₅₀ P ₆₀ K ₂₀	24,6	12,8	P ₉₀ K ₃₀	27,3	13,1
P ₆₀ K ₂₀	19,2	10,6	N ₇₅ P ₁₅ K ₃₀	29,5	14,7
N ₅₀ P ₁₅ K ₂₀	27,8	13,8	N ₇₅ P ₉₀	28,9	14,4
N ₅₀ P ₆₀	24,3	13,1	N ₁₁₃ P ₁₃₅ K ₄₅	30,8	14,9
N ₇₅ P ₉₀ K ₃₀	28,1	14,0	N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₆₀	31,2	15,4

Содержание протеина в зерне озимой пшеницы, также как и клейковины, возрастает по мере прохождения ротаций, увеличиваясь за время исследований на фоне контроля на 1,7%. Четкое влияние предшественников на данный показатель при этом обнаружить не удалось. Установлена тесная связь удобрений с содержанием протеина в зерне независимо от предшественников, особенно во второй ротации севооборота ($r=+0,883$, $r=+0,771$). Причем увеличение содержания протеина в зерне определяется наличием в системе питания азота, особенно действительно его присутствие по сахарной свекле ($r=+0,929-0,935$). Благоприятное влияние фосфора и калия на накопление азотистых веществ в зерне проявляется во второй ротации севооборота и, прежде всего, по пласту многолетних бобовых трав. Самый высокий уровень протеина в зерне озимая пшеница имеет по люцерне в первой ротации на фоне N₄₅P₉₀K₃₀ - 12,7%, во второй - N₉₀P₁₃₅K₄₅, N₁₂₀P₁₈₀K₆₀ - 13,9%, по сахарной свекле соответственно на фоне N₇₅P₆₀K₂₀, N₇₅P₉₀K₃₀ - 14,0% и N₁₅₀P₁₈₀K₆₀ - 15,4%.

Продуктивность озимой пшеницы находится в тесной связи с содержанием протеина в зерне по сахарной свекле в первой ($r=+0,863$) и во второй ротациях

($r=+0,760$), а также по люцерне во второй ротации ($r=+0,773$). Аналогичная сопряженность наблюдалась и между количеством клейковины и урожаем зерна по сахарной свекле, но несколько ослабевала по люцерне. Во всех случаях определения обнаруживалась высокая корреляционная связь между количеством клейковины и содержанием протеина в зерне ($r=+0,738-0,919$). Существует тесная зависимость между стекловидностью зерна и количеством клейковины, прежде всего, по люцерне ($r=+0,968$), а также и содержанием протеина в первую очередь по сахарной свекле ($r=+0,960$).

Значительный рост содержания белка и клейковины в зерне достигается при помощи поздних азотных подкормок посевов озимой пшеницы мочевиной. Наиболее оптимальная концентрация мочевины для этой цели - ее 30% водный раствор. При этом содержание клейковины возрастает против фона на 4,7%, белка - на 2,1%. Наилучшее время использования раствора мочевины - период налива зерна (начало молочной спелости).

Более сбалансированный по аминокислотному составу суммарный белок зерна (г на 100 г белка) озимая пшеница формирует по пласту люцерны. Отмечается повышение концентрации здесь и незаменимых аминокислот. Однако заметное увеличение содержания отдельных аминокислот в суммарном белке зерна, также как и общее количество незаменимых аминокислот в них в результате улучшения условий питания как по люцерне, так и по сахарной свекле, не наблюдается.

Существенный рост количества аминокислот в суммарном белке зерна посредством внесения удобрений обнаруживается в пересчете на единицу массы зерна (г на 100 г сухого вещества), что повышает его питательную ценность. Наиболее заметное повышение содержания аминокислот, в том числе незаменимых, происходит под действием азота, чего нельзя сказать в отношении фосфора и калия. Наибольший выход незаменимых аминокислот, в том числе лизина, наблюдается при оптимальных дозах минеральных удобрений: по сахарной свекле (N₇₅P₉₀K₃₀) - 168,1 и 17,5 кг/га, по люцерне (N₆₀P₉₀K₃₀) - соответственно 374,4 и 40,0 кг/га (табл.8).

Наблюдается положительная связь между количеством NPK в удобрениях и содержанием незаменимых аминокислот (г на 100 г зерна) по сахарной свекле. Но рост их количества здесь еще в более высокой степени зависит от доз азота. Тесная связь выявляется и между количеством NPK в удобрениях и сбором протеина с единицы площади как по сахарной свекле, так и по люцерне. При этом по пропашному предшественнику существенно влияние азота ($r=+0,976$), а по пласту трав одинаково важно улучшение азотного и фосфорного питания ($r=+0,772$ и $r=+0,774$). По люцерне сбор незаменимых аминокислот заметно возрастает от роста величины NPK в удобрениях, а также от доз азота и фосфора. Сбор незаменимых аминокислот прямо связан с выходом протеина с 1 га ($r=+0,983$).

Таблица 8

Влияние удобрений на сбор протеина и незаменимых аминокислот зерна озимой пшеницы, кг/га

Вариант	Про-теин	Незаме-нимые аминокислоты	В том числе						
			ли-зин	тре-онин	метно-нин	ва-лин	изо-лейцин	лей-цин	фенил-аланин
предшественник люцерна									
Контроль	518,0	188,9	20,1	20,7	12,5	26,8	23,8	43,0	36,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	772,5	272,4	29,0	30,3	17,0	38,7	34,3	71,2	51,9
N ₆₀ P ₁₃₅ K ₃₀	852,0	327,7	34,1	35,8	20,8	45,5	41,2	85,2	65,1
N ₆₀ P ₉₀ K ₃₀	966,5	374,4	40,0	41,0	24,2	52,2	46,7	95,7	74,6
P ₉₀ K ₃₀	650,5	246,1	26,0	27,2	15,5	34,5	30,8	63,2	48,9
N ₆₀ P ₁₅ K ₃₀	684,5	278,1	28,3	30,9	16,8	39,7	34,9	73,0	54,5
N ₆₀ P ₉₀	770,0	290,2	30,8	32,3	16,0	41,5	36,6	75,2	57,8
N ₉₀ P ₁₃₅ K ₄₅	888,0	350,8	36,2	38,6	20,2	49,4	44,3	92,4	70,7
N ₁₂₀ P ₁₈₀ K ₆₀	935,0	365,2	38,9	40,2	20,9	51,7	45,6	93,7	74,2
предшественник сахарная свекла									
Контроль	450,4	93,6	11,0	12,8	-	15,6	11,6	24,9	17,7
N ₇₅ P ₆₀ K ₂₀	743,7	147,7	15,6	19,0	-	24,8	18,5	44,4	25,4
N ₅₀ P ₉₀ K ₂₀	689,3	141,0	16,5	17,0	-	24,4	17,2	38,1	27,8
N ₅₀ P ₆₀ K ₂₀ +последей-ствие 30 т/га навоза	671,1	132,1	14,4	15,7	-	21,5	16,8	39,2	24,5
N ₅₀ P ₆₀ K ₂₀	659,1	130,6	14,5	16,0	-	23,7	16,6	35,1	24,7
P ₆₀ K ₂₀	399,1	83,8	9,6	9,5	-	13,3	11,9	23,6	15,9
N ₅₀ P ₁₅ K ₂₀	685,7	126,7	14,2	15,4	-	20,1	16,9	35,6	24,5
N ₅₀ P ₆₀	716,4	156,6	16,8	20,4	-	27,1	20,1	43,8	28,4
N ₇₅ P ₉₀ K ₃₀	775,7	168,1	17,5	22,4	-	29,5	20,7	44,6	33,4

Физические свойства муки и теста, а также хлебопекарные показатели зерна озимой пшеницы выражены несколько лучше при возделывании ее по люцерне, чем по сахарной свекле. Рост содержания протеина в зерне не всегда сопровождается улучшением физических свойств теста и хлебопекарных качеств муки. Количество NPK в удобрениях коррелирует довольно тесно по люцерне с водопоглощательной способностью муки ($r=+0,873$) и временем до начала разжижения теста ($r=+0,772$). Азотные удобрения имеют наиболее сильную связь только со временем до начала разжижения теста, а фосфорные с ВПС. По сахарной свекле существенная связь обнаруживается лишь между дозой азота и силой муки ($r=+0,663$) и объемом хлеба ($r=+0,645$). В то же время выявляется высокая степень сопряженности клейковины и протеина с набухаемостью муки ($r=+0,737$ и $r=+0,866$), а также с объемом хлеба ($r=+0,724$ и $r=+0,734$). Более сбалансированное сочетание основных технологических, хлебопекарных показателей зерна достигается по люцерне на фоне N₆₀P₉₀K₃₀, по сахарной свекле - N₇₅P₉₀K₃₀. Навоз в последствии (30 и 60 т/га) также оказы-

вает благоприятное влияние на хлебопекарные свойства зерна озимой пшеницы.

Содержание тяжелых металлов и микроэлементов в зерне озимой пшеницы не превышало предельно допустимых их концентраций при систематическом применении (в течение 13 лет) фосфорных и фосфорсодержащих комплексных удобрений. Вместе с тем в случаях использования аммофоса, суперфоса и аммофосфата отмечалось повышение по сравнению с контролем содержания в зерне кобальта, марганца, цинка, никеля и кадмия, соответственно на 0,10 мг, 20,1, 7,7, 0,64, 0,34 и 0,3 мг/кг сухого вещества.

Длительное применение (в течение 24 лет) аммиачной селитры (1555-2810 кг/га N), суперфосфата простого гранулированного (280-3450 кг/га P₂O₅) и хлористого калия (770-1310 кг/га K₂O) в условиях девятипольного полевого севооборота не оказывало существенного влияния на накопление в зерне озимой пшеницы тяжелых металлов и ряда микроэлементов. Оно чаще всего находилось на уровне контроля. Однако длительное отсутствие в системе удобрения одного из элементов питания способствовало увеличению в товарной части урожая по сравнению с контролем цинка, свинца, кадмия и никеля соответственно на 3,7 мг, 0,35, 0,05 и 0,31 мг/кг сухого вещества. Определенное накопление свинца, кадмия и никеля обнаруживалось и при двойной системе удобрения.

Микроудобрения. Заметно повышает содержание протеина в зерне озимой пшеницы применение бора, цинка и особенно марганца, в последнем случае оно достигает 15,3%, что отвечает требованиям сильной пшеницы (табл.9).

Таблица 9

Влияние микроудобрений на качество зерна озимой пшеницы

Вариант	Объемная масса, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание протеина, %
Контроль	828,8	41,3	86,0	12,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₂₀ -фон	832,8	42,8	87,5	12,1
Фон+бор (1 кг/га)	833,4	43,0	87,0	13,9
Фон+цинк (2 кг/га)	834,8	41,5	87,0	13,1
Фон+марганец (5 кг/га)	833,4	43,4	88,0	15,3

Формы удобрений. Объемная масса зерна, масса 1000 зерен и стекловидность зерна озимой пшеницы не претерпевают особых изменений при использовании в севообороте различных форм минеральных удобрений. Вместе с тем систематическое применение аммиачной селитры, сульфата аммония на фоне суперфосфата простого гранулированного и хлористого калия, а также суперфосфата двойного в сочетании с аммиачной селитрой и хлористым калием оказывает благоприятное влияние на накопление в зерне озимой пшеницы протеина и клейковины. Содержание протеина доходит до 14,0-14,2%, клейковины - 30,8-31,3% при высоком ее качестве (1 группа). Все это соответствует нормам, установленным для сильной пшеницы.

Таблица 9. Влияние микроудобрений на качество зерна озимой пшеницы. Объемная масса, г/л; масса 1000 зерен, г; стекловидность, %; содержание протеина, %.

Диагностика питания и программирование урожая озимой пшеницы

Рациональное применение удобрений, обеспечивающее получение максимального программируемого урожая с соответствующим уровнем качественных показателей возможно при использовании агрохимической диагностики почв и растений.

Почвенная диагностика. Почвенная диагностика азотного питания озимой пшеницы нами основывается на использовании данных по содержанию нитратов - как основного источника подвижного фонда минерального азота. Установлена тесная связь между дозой азота и абсолютным содержанием $N-NO_3$ в весенний период ($r=+0,766-0,866$). Зависимость между количеством азота в удобрении и содержанием $N-NH_4$ в почве при этом менее существенна ($r=+0,457-0,524$).

Оптимальная глубина слоя при учете содержания нитратного азота в почве для диагностических целей определяется в зависимости от длительности применения удобрений. В первой ротации севооборота целесообразнее ориентироваться на метровый слой почвы, при этом обеспечивается достаточно высокая корреляционная связь между дозой азота и содержанием $N-NO_3$ ($r=+0,886$). Во второй ротации севооборота независимо от предшественников количество нитратного азота теснее коррелирует с дозой азота в слое 0-50 см ($r=+0,875-22+0,875-0,915$).

По сахарной свекле в первой ротации величина накопления нитратного азота находится в прямой зависимости с урожаем зерна при определении его в фазу трубкования ($r=+0,845$). Для формирования урожая зерна озимой пшеницы в пределах 56-60 ц/га необходимое содержание нитратного азота в слое почвы 0-100 см должно составлять 187,1-213,4 кг/га (табл.10). При необходимости корректировку дозы азотных удобрений следует вести с использованием коэффициента 1,27, указывающего на возможность увеличения содержания нитратов к фазе трубкования на 127 кг/га почвы на каждые внесенные 100 кг азота удобрений. Данная величина вытекает из уравнения регрессии, вычисленная для фазы трубкования между дозой азота и содержанием $N-NO_3$ $y=91,77+1,27 \cdot x$ ($r=+0,886$) и выражает количественную зависимость содержания $N-NO_3$ в слое почвы 0-100 см от доз азотных удобрений.

Урожай зерна озимой пшеницы во второй ротации имеет наиболее тесную связь с запасами нитратов в слое почвы 0-50 см как по люцерне ($r=+0,767$), так и по сахарной свекле в фазу кушения ($r=+0,809$). Возможности формирования высокой урожайности зерна озимой пшеницы (65-70 ц/га) по этим предшественникам возникают при условии содержания нитратного азота в слое почвы 0-50 см в фазу кушения 333,5-400,1 кг/га. Такие результаты удастся достичь, если дозу азотных удобрений в подкормку рассчитывать исходя из коэффициента 2,15. При этом каждые 100 кг азота удобрений увеличивают к фазе кушения содержание нитратного азота в расчетном слое почвы на 215 кг/га.

Содержание нитратного азота в почве в слое 0-50 см (30 и 60 г/га) также оказы-

Таблица 10

Урожай зерна озимой пшеницы и оптимальные уровни содержания
нитратного азота и подвижного фосфора в почве, кг/га

Урожай, ц/га	Нитратный азот		Подвижный фосфор
	слой 0-100 см	слой 0-50 см	слой 0-25 см
	фаза трубкования	фаза кушения	фаза кушения
40-45	80,4-113,3	65,5	33,1
45-50	120,4-147,2	78,9-132,5	39,0-66,5
51-55	153,7-180,4	145,7-199,4	73,1-99,8
56-60	187,1-213,4	213,0-266,3	106,5-133,1
61-65	220,4-247,1	279,9-333,5	139,8-166,5
66-70	253,7-280,4	351,5-400,1	173,1-199,0

Используя данные оптимального содержания нитратного иона в почве для определенного уровня урожая и показатели роста его количества в почве в слое 0-100 см или 0-50 см от 100 кг/га азота можно рассчитать дозу азотных удобрений, соответствующую необходимым содержанием нитратов в почве в фазу кушения или трубкования по известной формуле:

$$D_N = \frac{N_{opt} - N_{исх}}{Y} \cdot 100 \quad (1)$$

где D_N - доза азота, кг/га; N_{opt} - оптимальное содержание нитратного азота для планируемого урожая, кг/га; $N_{исх}$ - исходное содержание нитратного азота, кг/га; Y - увеличение содержания нитратного азота в почве при внесении 100 кг/га удобрений, кг/га.

Наличие в пахотном слое (0-25 см) в фазу кушения запасов подвижного фосфора на уровне 106,2-166,5 кг/га является надежной основой для получения 56-65 ц/га зерна озимой пшеницы. При этом в расчете на 100 кг фосфора содержание подвижных его форм в пахотном слое почвы увеличивается к фазе кушения на 84 кг/га. Использование вышеуказанной формулы позволяет рассчитать оптимальную дозу и фосфорных удобрений для получения планируемого урожая зерна озимой пшеницы.

Величина содержания обменного калия в почве в целом не является лимитирующим фактором при получении стабильных и высоких урожаев зерна озимой пшеницы. Поэтому чаще всего не удается установить достоверные связи между содержанием подвижного калия с продуктивностью культуры. И содержание его в почве не менее 350-400 мг/кг в слое 0-25 см в фазе кушения достаточно для формирования урожая зерна 65-70 ц/га.

Растительная диагностика. Как подчеркивают Н.К.Болдырев (1970), В.В.Церлинг (1978), Л.М.Державин и др. (1988), более объективным показателем, характеризующим обеспеченность растений элементами минерального питания, является содержание их в растениях, поскольку между количеством определенного элемента в почве и концентрацией его в растительных тканях су-

существует последовательная положительная связь. Следовательно, при определении доз удобрений необходимо регулировать их величины на основании растительной диагностики. При этом важны не только концентрация отдельных элементов, но и их соотношения (Церлинг и др., 1990). Результаты исследований показали, что оптимальные уровни содержания азота, фосфора и калия в листьях озимой пшеницы находятся в пределах 3,5-5,0%N, 1,0-1,2 P₂O₅ и 5,8-6,1% K₂O в фазу кущения и 3,1-3,4N, 0,7-1,0 P₂O₅ и 4,0-6,0% K₂O в фазе трубкования. Знание этих параметров позволяет внести корректировку в дозу азотных удобрений, установленную по результатам почвенной диагностики для подкормки в ранние фазы развития озимой пшеницы (кущение, трубкование) по следующей формуле (Церлинг и др., 1986):

$$D_N = N_n \frac{N_{\text{опт}}}{N_{\text{факт}}} \quad (2)$$

где D_N - общая доза удобрений, рассчитанная для получения максимального урожая и с учетом результатов анализа растений, кг/га; N_n - доза азотных удобрений, рекомендованная на основе результатов почвенной диагностики, кг/га; N_{опт} - оптимальное содержание азота в растениях, % или кг/га; N_{факт} - фактическое содержание азота в растениях, % или кг/га.

А поправку на концентрацию других элементов (фосфора и калия) и их соотношений (табл.11) предлагается производить по формуле:

$$D_N = N_n \frac{N_{\text{опт}}}{N_{\text{факт}}} \cdot \frac{P_{\text{факт}}}{P_{\text{опт}}} \quad (3)$$

По такому же принципу необходимо корректировать дозу азотных удобрений и по обеспеченности растений калием.

Контроль за накоплением протеина в зерне озимой пшеницы следует вести на основе определения содержания азота в листьях в фазу колошения (% или кг/га). Для достижения содержания протеина не менее 14,0%, что соответствует требованиям стандарта на сильную пшеницу, при максимально возможной урожайности культуры, концентрация азота должна составлять не ниже 2,7 % (табл.11). По вышеприведенной формуле уточняют дозу азота и для фазы колошения с целью повышения качества зерна. Как показали наши исследования, корректируемой дозой азота для этой цели является 28 кг/га.

Таблица 11

Оптимальное валовое содержание азота, фосфора и калия в листьях и их соотношения по фазам развития озимой пшеницы

Фаза развития	Органы растения	Содержание, %			Соотношения, % от суммы		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N + P ₂ O ₅ + K ₂ O		
Кущение	надземная	3,5-5,0	1,0-1,2	5,8-6,1	34,0-40,6	9,7-9,2	56,3-49,6
	часть						
Трубкование	листья	3,1-3,7	0,7-1,0	4,0-6,0	34,7-34,6	8,9-9,3	51,3-56,1
Колошение	листья	2,7-3,7	0,7	3,0-5,0	42,1-39,4	10,9-7,4	46,9-53,2

Расчетные дозы удобрений, выполненные методом элементарного баланса для программированного урожая зерна озимой пшеницы с учетом разработки по питанию растений, параметров диагностики в наших исследованиях показали возможность их использования с целью удовлетворения потребности растений в элементах питания на максимальный уровень планируемых урожаев, составляющие после сахарной свеклы в пределах 55-70 ц/га и по пласту люцерны 65-70 ц/га в орошаемых условиях полевых севооборотов на сероземнолуговых почвах Севера Кыргызстана.

Окупаемость применяемых удобрений под озимую пшеницу

Важнейшими показателями эффективности применения удобрений под озимую пшеницу, как известно, являются прибавки урожая зерна. Однако, они не всегда служат критерием наиболее рационального использования удобрений, так как не затрагивает экономическую сторону вопроса, без которой невозможно определение целесообразности применения удобрений под данную культуру. Это особенно актуально сейчас, в новых условиях хозяйствования, когда экономическая самостоятельность фермерских хозяйств, ассоциаций, кооперативов обуславливает необходимость новых подходов в решении рационального и эффективного использования удобрений. В связи с наблюдающейся в последние годы нестабильностью цен на удобрения и сельскохозяйственную продукцию, а значит и со сложностью подсчета экономической эффективности применения удобрений обычным методом (Баранов, 1967), нами как и многими другими исследователями дается анализ по учету окупаемости кг внесенных удобрений прибавкой урожая.

Расчеты показали, что оплата 1 кг азота, фосфора и калия в удобрениях зависит от предшественников, норм внесения и форм применяемых удобрений. Отмечается более высокая оплата удобрений зерном по люцерне, причем она возрастает в направлении от первой к третьей ротации. Оптимальные системы удобрения обеспечивают наиболее высокую оплату 1 кг NPK зерном озимой пшеницы, которая достигает в зависимости от места культуры в севообороте 9,5-14,2 кг. По люцерне применение аммиачной селитры и мочевины, суперфосфата простого гранулированного и суперфоса, а также аммофоса оборачивается наивысшей их окупаемостью, достигающей соответственно 21,7 и 22,9, 10,3 и 11,6 кг зерна. По пропашному предшественнику (кукуруза на зерно) предпочтительнее внесение под озимую пшеницу аммиачной селитры и суперфосфата простого гранулированного, которые дают возможности получить соответственно 10,2 и 11,6 кг зерна на каждый кг азота и фосфора.

На орошаемых сероземно-луговых почвах Севера Кыргызстана при длительном и правильном применении удобрений в сочетании с поливами и другими агротехническими приемами, как показали впервые проведенные нами многолетние исследования в течение трех ротаций девятипольного полсево севооборота (27 лет), возможно получение урожая зерна озимой пшеницы 50-70 ц/га при одновременном улучшении его качества.

Урожай зерна имеет положительную связь с повышением содержания нитратов в почве, причем наиболее тесную по пропашному предшественнику и с накоплением углеаммонийнорастворимых фосфатов в почве особенно по пласту многолетних бобовых трав в весенний период. В то же время величина урожая зерна чаще всего находилась в меньшей зависимости от содержания обменного калия в почве. Наличие высокой степени сопряженности позволило для названных периодов вывести уравнения регрессии с целью использования их в диагностических целях.

Минеральные удобрения повышают содержание в органах растений азота, фосфора и калия, которое положительно коррелирует с урожаем зерна. Благодаря тесной взаимосвязи между содержанием элементов питания в листьях озимой пшеницы и показателями ее продуктивности получены уравнения регрессии, которые могут быть использованы для прогнозирования величины урожая.

Интересны данные по накоплению в растениях азота, фосфора и калия по важнейшим периодам вегетации и в урожае. Для формирования повышенного урожая зерна по люцерне (48-66 ц/га) растения усваивали из почвы 114,0-207,5 кг N, 59-93 кг P₂O₅ и 134-247 кг K₂O, по сахарной свекле (57-66 ц/га) - 172-206 кг N, 62-90 кг P₂O₅ и 188-284 кг K₂O. В пересчете на 10 ц зерна с вегетативной массой вынос составляет: по люцерне - 23,3-31,3 кг N, 12,0-14,0 кг P₂O₅ и 27,3-37,1 кг K₂O, по сахарной свекле - соответственно 30,5-31,4, 11,0-13,8 и 33,2-43,3 кг.

Во всех случаях внесения азотных удобрений N₃₀₋₁₅₀ и калийных K₂₀₋₆₀ баланс азота и калия отрицательный. Баланс по фосфору положительный при всех дозах фосфорных удобрений P₆₀₋₁₈₀. Лучший баланс по азоту складывается по люцерне при внесении азотных удобрений в дозах N₄₅₋₁₂₀, по калию - при исключении фосфора из состава тукосмеси, по сахарной свекле по обоим элементам по последнему навозу (30 и 60 т/га) в сочетании с полным удобрением (N₃₀₋₇₅ P₆₀₋₉₀ K₂₀₋₃₀).

Для создания урожая зерна в 53,3 ц/га растения озимой пшеницы извлекали из почвы 376 г В, 2428 г Мп и 218 г Zn, что на 10 ц зерна составляет 71 г В, 456 г Мп, 41 г Zn. Повышенная потребность растений в марганце является одной из причин увеличения урожая озимой пшеницы под влиянием удобрений, содержащих названный микроэлемент.

Наличие коррелятивных связей между удобрениями, фотосинтетическими элементами в отдельные периоды вегетации и продуктивностью озимой пшеницы позволило вывести уравнения регрессии и определить оптимальные вели-

чины площади листьев, концентрации в них хлорофилла, фотосинтетического потенциала, прироста биомассы и размера накопления сухого вещества для различной высоты урожая зерна.

Величина урожая, как показали исследования, имеет определенную связь и с качеством зерна, которое в свою очередь изменяется в зависимости от видов, доз и форм применяемых удобрений. Значительное действие на качество урожая оказывают азот, фосфор, калий, бор, цинк и особенно из микроэлементов марганец. Они в целом при правильном внесении являются мощным средством увеличения количества стекловидных зерен, накопления в зерне клейковины и протеина, улучшения его технологических и хлебопекарных достоинств. При этом повышается количество аминокислот в суммарном белке зерна и прежде всего под действием азота. Заметное увеличение содержания белка и клейковины в зерне достигается при помощи поздних азотных подкормок посевов озимой пшеницы 30% раствором мочевины в период налива зерна. В то же время длительное систематическое применение в условиях севооборота различных форм азотных, фосфорных и фосфорсодержащих комплексных удобрений не приводит к заметной концентрации в зерне тяжелых металлов и микроэлементов. Все это повышает питательную ценность зерна озимой пшеницы.

Внесение полного удобрения (NPK) обеспечивает высокие прибавки урожая зерна озимой пшеницы по люцерне, сахарной свекле и кукурузе. По сахарной свекле удобрения действуют лучше, чем по кукурузе на зерно. В пределах изучаемых доз (до N₁₂₀₋₁₅₀ P₁₃₅₋₁₈₀ K₄₅₋₆₀) между количеством азота, фосфора и калия в удобрениях и урожаем наблюдается прямая коррелятивная связь ($r=+0,639-0,873$). Максимальный урожай зерна озимая пшеница формирует по люцерне (66,4-69,2 ц/га) при внесении минеральных удобрений в дозе N₆₀P₉₀K₃₀, по сахарной свекле и кукурузе (56,5-65,6 ц/га) под влиянием N₇₅P₉₀K₃₀.

По пласту люцерны озимая пшеница из азотных удобрений хорошо отзывается на внесение мочевины, аммиачной селитры, по пропашному предшественнику - аммиачной селитры, сульфата аммония. По люцерне фосфорные удобрения весьма эффективны в форме суперфосфата простого гранулированного и суперфоса, по пропашному предшественнику - суперфосфата простого гранулированного и обесфторенного фосфата. Из комплексных удобрений по обоим предшественникам эффективно внесение аммофоса.

С целью диагностирования питания озимой пшеницы летом следует использовать абсолютное содержание нитратного азота в почве и количество азота в листьях в ранние фазы развития культуры (кущение, трубкование). Контроль за уровнем питания фосфором лучше проводить по его абсолютному количеству в почве в фазу кущения и в листьях в фазы кущения или трубкования. Диагностику питания растений калием можно осуществлять по абсолютному накоплению его в листьях в период кущения или трубкования озимой пшеницы. Для этих же фаз установлены оптимальные соотношения между N, P₂O₅ и K₂O в листьях, необходимое для достижения урожая зерна 56-66 ц/га с содержанием в нем протеина не менее 14,0%. Содержание азота в листьях в фазу колошения является основным показателем для прогнозирования накопления

протеина в зерне. Оптимальные параметры содержания азота, фосфора и калия в почве служат объективной основой для программирования урожаев зерна озимой пшеницы на уровне 55-70 ц/га.

Предложения производству

На основании многолетних исследований нами разработаны научно-обоснованные рекомендации по системе удобрения озимой пшеницы на сероземно-луговых почвах Севера Кыргызстана. Они предусматривают применение различных видов, форм, доз внесения удобрений под озимую пшеницу в полевых севооборотах в разрезе их ротаций. Наряду с этим даются рекомендации по дозам азотных, фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания нитратного азота, углеаммонийнорастворимых фосфатов и обменного калия в почве. Применение микроудобрений и, прежде всего, марганца целесообразно использовать при планировании повышенной и высокой продуктивности культуры (более 55-60 ц/га). Вместе с тем внесение марганца (5 кг/га) с азотно-фосфорно-калийными удобрениями - надежный способ получения зерна с высокими качественными показателями (клейковины, протеина). Содержание клейковины и протеина гарантированно возрастает и при некорневой подкормке посевов озимой пшеницы мочевиной (30%-ная водная смесь) во время налива зерна с расходом рабочего раствора - 200 л на одном гектаре.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах:

1. Ахматбеков М., Кочетова К.К. Влияние удобрений на урожай и качество озимой пшеницы в свекловичном севообороте // Вопросы агрономии. Сб. ст. агроном. фак. Кирг.СХИ. - Фрунзе, 1975. - С.67-72.
2. Ахматбеков М., Кузнецов Н.И., Федоров П.С., Трифонова Е.Н. Влияние года репродукции и удобрений на аминокислотный состав белка зерна озимой пшеницы // Вопросы агрономии. Сб. научн. тр. агроном. фак. Кирг.СХИ. - Фрунзе, 1975. - С.24-30.
3. Ахматбеков М. Влияние удобрений на урожай и качество озимой пшеницы в севообороте // Тезисы докладов научно-производственной конференции молодых ученых Кирг НИИЗ. - Фрунзе, 1975. - С.157.
4. Ахматбеков М. Влияние удобрений на динамику питательных элементов под озимой пшеницей в сероземно-луговой почве // Вопросы агрономии. Сб. научн. тр. агроном. фак. Кирг.СХИ. - Фрунзе, 1975. - М.54-60.
5. Ахматбеков М., Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г. Качество урожая озимой пшеницы под влиянием удобрений в орошаемых условиях Киргизии // Тезисы докладов Всесоюзного научно-методического совещания участников Географической сети опытов с удобрениями. Часть I. - М., 1976. - С.147-148.
6. Кормилина Е.Г., Кузнецов Н.И., Ахматбеков М. Эффективность запасного внесения фосфорных удобрений в третьем звене свекловичного севооборота на сероземно-луговых почвах // Тезисы докладов Всесоюзного научно-методического совещания участников Географической сети опытов с удобрениями. Часть I. - М., 1976. - С.78-80.
7. Ахматбеков М., Кузнецов Н.И. Удобрение озимой пшеницы в севообороте // Сельское хозяйство Киргизии. - 1977. - № 7. - С.22.
8. Кузнецов Н.И., Ахматбеков М. Влияние удобрений на содержание элементов питания в озимой пшенице // Вопросы агрономии. Сб. научн. тр. агроном. фак. Кирг.СХИ. - Фрунзе, 1977. - С.26-36.
9. Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Ахматбеков М. Удобрение озимой пшеницы в свекловичном севообороте // Тезисы докладов регионального совещания "Итоги работы Географической сети опытов с удобрениями и пути повышения эффективности применения удобрений в республиках Средней Азии и Казахстана". - Целиноград, 1977. - С.64-67.
10. Ахматбеков М. Влияние удобрений на фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы на сероземно-луговой почве // Вопросы агрономии. Сб. научн. ст. агроном. фак. Кирг.СХИ. - Фрунзе, 1978. - С.11-15.
11. Ахматбеков М. Влияние удобрений на накопление сухого вещества озимой пшеницей на сероземно-луговой почве Чуйской долины // Вопросы агрономии. Сб. научн. ст. агроном. фак. Кирг.ССР. - Фрунзе, 1979. - С.72-77.
12. Ахматбеков М. Удобрение озимой пшеницы в третьем звене свекловичного севооборота на светло-луговых почвах Чуйской долины Киргизской ССР // Автореф. дис. к-та сельск. хоз. наук. - Ташкент, 1980. - 22 с.

13. Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Ахматбеков М. Эффективность применения удобрений под культуры свекловичного севооборота // Пути повышения продуктивности земледелия и почвенного плодородия и задачи географической сети опытов с удобрениями в XI пятилетке. Тез. докл. Всесоюз. науч. техн. совещ. - М., 1980. - С.104-105.
14. Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Ахматбеков М. Влияние микроудобрений на урожай и качество культур свекловичного севооборота на сероземно-луговой почве Чуйской долины // Совершенствование систем удобрения в севооборотах в различных зонах страны. Тез. докл. Всесоюз. семинара. - М., 1981. - С.132-133.
15. Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Ахматбеков М. Продуктивность и баланс элементов питания в свекловичном севообороте при внесении удобрений // Почвенные условия и пути повышения эффективности применения удобрений. Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. геогр. сети опытов с удобр. Часть II. - М., 1982. - С.110-111.
16. Кузнецов Н.И., Ахматбеков М., Кормилина Е.Г. Действие запасного внесения фосфорных удобрений на продуктивность культур свекловичного севооборота // Система удобрения сельскохозяйственных культур в Киргизии. Сб. науч. ст. агр. фак. Кирг. СХИ. - Фрунзе, 1982. - С.7-13.
17. Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Ахматбеков М. Удобрение культур в первой ротации свекловичного севооборота // Система удобрения сельскохозяйственных культур в Киргизии. Сб. науч. ст. агр. фак. Кирг.СХИ. - Фрунзе, 1982. - С.29-34.
18. Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Борисова Е.М., Ахматбеков М., Гильдебрандт З.Г. Система удобрения культур свекловичного севооборота на сероземно-луговых почвах Киргизской ССР. Рекомендации. - Фрунзе, МСХ КР. 1984. - 15 с.
19. Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Ахматбеков М., Гильдебрандт З.Г. Применение микроудобрений под культуры свекловичного севооборота на сероземно-луговых почвах. Рекомендации. - Фрунзе, МСХ КР. 1984. - 10 с.
20. Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Ахматбеков М. Экономическая эффективность применения удобрений под культуры свекловичного севооборота на сероземно-луговых почвах Киргизии // Задачи агрохимической науки по повышению окупаемости удобрений по зонам страны. Тез. докл. Всесоюз. совещ. Геогр. сети опытов с удобр. Часть II. - М., 1984. - С.92-93.
21. Кормилина Е.Г., Кузнецов Н.И., Ахматбеков М., Гильдебрандт З.Г. Экономическая эффективность применения микроудобрений под культуры свекловичного севооборота // Задачи агрохимической науки по повышению окупаемости удобрений по зонам страны. Тез. докл. Всесоюз. совещ. Геогр. сети опытов с удобр. Часть II. - М., 1984. - С.95-96.
22. Ахматбеков М. К вопросу о содержании и выносе микроэлементов урожаем озимой пшеницы // Микроудобрения и продуктивность культур в полевом севообороте Чуйской долины. Сб. науч. тр. Кирг. СХИ. - Фрунзе, 1991. - С.35-43.
23. Ахматбеков М.А., Кузнецов Н.И. Урожай и качество зерна первой озимой пшеницы в севообороте в зависимости от форм минеральных удобрений // Формы минеральных удобрений и продуктивность культур полевых севооборотов в Кыргызстане. Сб. науч. тр. Кирг. СХИ. - Фрунзе, 1992. - С.4-13.
24. Ахматбеков М.А., Кормилина Е.Г., Будник В.Ф. Влияние форм удобрений на урожай зерна озимой пшеницы в севообороте // Формы минеральных удобрений и продуктивность культур полевых севооборотов в Кыргызстане. Сб. науч. тр. Кирг.СХИ. - Фрунзе, 1992. - С.21-24.
25. Ахматбеков М.А., Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Дуйшембиев Н.Д., Гильдебрандт З.Г. Об эффективности применения удобрений под культуры свекловичного севооборота на сероземно-луговой почве // Тез. докл. юбилейной науч. конф. Часть II. Агрономия. - Бишкек, 1992. - С.101-103.
26. Ахматбеков М., Кузнецов Н.И., Дуйшембиев Н.Д., Гильдебрандт З.Г., Кормилина Е.Г. Формы минеральных удобрений и продуктивность культур севооборота на сероземно-луговой почве // Проблемы земледелия. Сб. науч. тр. Кирг. СХИ. - Бишкек, 1994. - С.20-25.
27. Дуйшембиев Н.Д., Кузнецов Н.И., Ахматбеков М., Гильдебрандт З.Г. Содержание тяжелых металлов и микроэлементов под действием удобрений в зерне озимой пшеницы ярового ячменя // Проблемы земледелия. Сб. науч. тр. Кирг. СХИ. - Бишкек, 1994. - С.191-196.
28. Ахматбеков М., Кузнецов Н.И., Кормилина Е.Г., Дуйшембиев Н.Д., Гильдебрандт З.Г. Оптимизация норм удобрений под культуры полевых севооборотов на сероземно-луговой почве // Научные проблемы повышения почв Кыргызстана. Сб. науч. тр. Кирг. НИИЦиА. Вып. XXI. - Бишкек, 1994. - С.76-88.
29. Кузнецов Н.И., Ахматбеков М., Дуйшембиев Н.Д., Кормилина Е.Г. Влияние удобрений на накопление тяжелых металлов в почве и растениях // Перспективы направления развития исследований в Кыргызской Республике. Материалы I конференции. - Бишкек, 1996. - С.45.
30. Ахматбеков М. Влияние удобрений на содержание подвижных форм элементов питания в условиях сероземно-луговой почвы Чуйской долины // Научно-консультационное и кадровое обеспечение аграрной реформы в Кыргызской Республике. Сб. науч. тр. КАА. Вып. I. - Бишкек, 1997. - С.134-136.
31. Ахматбеков М. Азотный режим сероземно-луговой почвы под влиянием систематического применения удобрений в севообороте // Стратегия земледелия и растениеводства на рубеже XXI века. Материалы международной научно-теоретической конференции. - Алматы, Бастау, 1999. - С.53-55.
32. Ахматбеков М.А. Оптимизация условий азотного питания озимой пшеницы в севообороте на сероземно-луговых почвах Чуйской долины // Сельское хозяйство Кыргызстана: проблемы и достижения в образовании и научно-исследовательской работе. Сб. науч. тр. КАА. Вып. 2. - Бишкек, 1999. - С.35-40.

33. Ахматбеков М.А. Рост корневой системы озимой пшеницы под влиянием удобрений на сероземно-луговых почвах севера Кыргызстана // Сельское хозяйство Кыргызстана: проблемы и достижения в образовании и научно-исследовательской работе. Сб. науч. тр. КАА. Вып. 2. - Бишкек, 1999. - С. 40-44.
34. Кузнецов Н.И., Дуйшембиев Н.Д., Ахматбеков М.А., Мамбетов К.Б. Формы минеральных удобрений и содержание тяжелых металлов и микроэлементов в почве под посевом озимой пшеницы // Сельское хозяйство Кыргызстана: проблемы и достижения в образовании и научно-исследовательской работе. Сб. науч. тр. КАА. Вып. 2 - Бишкек, 1999. - С. 178-183.
35. Ахматбеков М.А., Кузнецов Н.И., Дуйшембиев Н.Д. Методические указания для лабораторно-практических занятий по системе удобрения сельскохозяйственных культур. КАА, - Бишкек, 1999, - 16 с.
36. Ахматбеков М.А. Удобрение и продуктивность озимой пшеницы. - Бишкек, 1999. - 120 с.

RESUME

Achmatbecov Musachun

The optimisation of winter wheat nutrition on the North Kyrgyzstan grey-meadow soils

The thesis is devoted to the decision of urgent republic problem – the increasing of winter wheat productivity that is the main food crop by developing of fertilise system taking into consideration the whole complex of the questins of optimum providing the plants with nutrition by using nitrogen, phosphorus, potassium and complex fertiliser, their effective form and microfertilizer on wide-spreading, grey-widow soils of the North Kyrgyzstan.

The results of long standing investigations (1968-1994) had shown the effectiveness of individual kinds, forms, dozes and correlations of the used fertilisers in dependence on predecessors in crop-rotation and their stages in condition of irrigated grey-meadowy soils with the aim to get the high crop of winter wheat grain with corresponding quality indexes.

The more optimum forms of nitrogen, phosphorus and potassium mineral fertilisers in dependence on place of winter wheat in crop-rotation, and perspective microelements under the studying crop had been selected.

The local system of mineral fertilisers application, taking into consideration the soil-climatic conditions of concretic region on base of developing the scientific-founded model of optimisation of winter wheat nutrition conditions, which provided to get the high crop of grain with corresponding quality has been developed.

The methods of optimisation of mineral nutrition for winter wheat has been realized on the base of soil and plant diagnosis, determination of optimum dates of photosynthetic elements, accumulation of dry substances in the main winter wheat vegetation periods by creating the mathematic models for the different levels of wheat productivity by using the fragments of crop programming.

In dependence of place of the crop in crop-rotation, its stage and duration of mineral fertilisers application the optimal dozes and NPK, correlation has been recommended. These doses increase the productivity of winter wheat after Lucerne to 28-62%, after sugar beet and corn - to 48-71%. The best forms of mineral fertilisers promote the growth of additional grain as compared with the background of legume grass to 26-35% and after corn - to 18-19%. The yield of winter wheat on the optimum background of nutrition on Medicago sativa, Beta Vulgaris and Zea mays are accordingly 66-68 centner and 55-66 centner per hectare. The level of protein are provided not lower the limit, set by the State standards on strong wheat.

РЕЗЮМЕ

Ахматбеков Мусакун

Түндүк Кыргызстандын шалбалуу боз топурактарындагы күздүк буудайдын азыктануусун оптималдаштыруу

Диссертация республика үчүн актуалдуу проблеманы - эң негизги азык өсүмдүгү - күздүк буудайдын түшүмдүүлүгүн ага азоттун, фосфордун, калийдин жана комплекстүү туктардын, алардын эффективдүү формаларын, ошондой эле кичисемирткичтерди колдонуу аркылуу Түндүк Кыргызстанда эң кеңири тараган шалбалуу боз топурактарда азык менен оптималдык деңгээлде камсыз болуусун баардык жактан комплекстүү чечүүчү семирткичтер системасын иштеп чыгуусуна арналган.

Көп жылдык жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн (1968-1994) негизинде сугарылуучу шалбалуу боз топурактардын которуштуруп айдоо шартында жана алардын ротацияларында күздүк буудайдан сапаттуу түшүм алууга колдонулуучу семирткичтердин жогорку эффективдүүлүктөгү азык элементтери, алардын формалары, өлчөмү жана катнаштары табылган.

Бул регион үчүн күздүк буудайдын азыктануусунун илимий негизиндеги оптималдуу моделин түзүү менен алардын топурак климатикалык шартарынын өзгөчөлүгүн эсепке алып бул өсүмдүктөн керектүү сапаттагы жогорку түшүм берүүчү минералдык семирткичтерди колдонуунун зоналдык системасы иштеп чыгарылган.

Күздүк буудайдын минералдык азыктануусун оптималдаштыруу жолу топурак жана өсүмдүк диагностикасынын негизинде фотосинтетикалык элементтердин оптималдуу параметрлерин аныктоо, күздүк буудайдын өсүүсүнүн эң негизги фазаларындагы кургак заттын ар кандай деңгээлдеги түшүмү үчүн топтоосун белгилөө менен аны программалаштыруунун элементтерин колдонуп математикалык моделдерди түзүү аркылуу ишке ашырылган.

Бул өсүмдүктүн которуштуруп айдоодогу анын ордуна, ротациясына жана минералдык семирткичтерди колдонуусунун узактыгына карата беден кийин 28-62 % кө, катар аралыгы иштетилүүчү өсүмдүктөрдөн кийин (кант кызылчасы, жүгөрү) - 48-71 % кө жогорулатылган күздүк буудайдын түшүмүн алып берүүчү азот, фосфор, калий, алардын оптималдуу өлчөмдөрү жана катнаштары сунуш кылынган.

Минералдык семирткичтердин эң мыкты делген формалары күздүк буудайды чанактуу өсүмдүктөрдөн кийин сепкенде анын кошумча түшүмдүүлүгүн 26-35 % кө, ал эми жүгөрүдөн кийин 18-19% кө көтөрүүгө мүмкүнчүлүк берет. Түшүмдүн абсолюттук өлчөмү аны беденден кийин жайгаштырганда 66-69 ц/га жана кант кызылчасы менен жүгөрүдөн кийин 55 - 66 ц/га жетет. Ошол эле учурда дандагы клейковина менен белоктун өлчөмдөрү, стандартта көрсөтүлгөн күчтүү буудайларга тийиштүү деңгээлден кем эмес болуп чыгат.

Подписано в печать 28 12 99 Формат 60 x 84/36

Печать офсетная. Объем 2,0 п. л. Зак. 229. Тир. 100

г. Бишкек, ул. Медерова, 68. Типография Кырг. агр. академии

Amir