

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ЗЕМЕЛЬНЫМ РЕСУРСАМ,
ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И ГОСУДАРСТВЕННОМУ КАДАСТРУ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

На правах рукописи
УДК: 633.51:631.84/.67(.445.56)

Ибрагимов Назирбай Мадримович

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ХЛОПЧАТНИКЕ В УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ
СЕРОЗЕМНОГО ПОЯСА

Специальность: 06.01.04 – Агрохимия

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени
доктора сельскохозяйственных наук

Ташкент - 2007

Работа выполнена в Узбекском научно исследовательском институте хлопководства (УзНИИХ) в период 1983-2004 гг.

Научный консультант: Доктор сельскохозяйственных наук,
академик АН Республики Узбекистан,
профессор Саттаров Джуракул Саттарович

Официальные оппоненты:

1. Доктор сельскохозяйственных наук
Рискиева Хуршида Турсуновна
2. Доктор сельскохозяйственных наук
Хаджиев Тураб Хаджиевич
3. Доктор сельскохозяйственных наук
Кожахмедов Советбек Кожахмедович

Ведущая организация: Самаркандский сельскохозяйственный институт

Защита состоится «_____» _____ 2007 г. в _____ часов на заседании специализированного совета ДК180.20.01 по защите диссертаций на соискание учёной степени доктора наук в Государственном научно-исследовательском институте почвоведения и агрохимии Государственного комитета Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру. Адрес: 100179, г. Ташкент, ул. Камарнисо, 3. Тел: 396-09-50; Факс: 396-76-00

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии Государственного комитета Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру.

Автореферат разослан «_____» _____ 2007 г.

Ученый секретарь
Специализированного Совета,
кандидат сельскохозяйственных наук

Баиров А.Ж.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Среди комплекса агротехнических мероприятий, направленных на повышение урожайности хлопчатника, одно из ведущих мест принадлежит применению минеральных, особенно азотных удобрений. Вследствии высокой биогенности почв аридной зоны азот играет важную роль в питания хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. В зависимости от почвенных, климатических и агротехнических условий, азотные удобрения зачастую обеспечивают 50% и более прибавки урожая хлопка-сырца. В этой связи, дальнейшее повышение урожайности культуры также возможно путем эффективного использования азотных удобрений в хлопководстве.

Исследования по изучению значения азота в питании растений и применению азотных удобрений под хлопчатник проводятся с начала прошлого столетия (Колюх, Студенов, Мандрыгин, Кудрин, Ярусов, Чуманов, Малинкин, Балябо, Протасов, Белоусов, Яровенко, Пирахунов, Хашимов, Рискиева, Саттаров, Хаджиев, Баиров, Эргашев, Разыков, Кариев, Ташкузиев и многие другие). В результате работ этих и многих других авторов изучены запасы и компоненты почвенного азота, установлены основные закономерности поведения азота в почве, потребления N по фазам развития хлопчатника, определен истинный баланс азота удобрений и создана стройная система применения удобрения в хлопководстве страны.

Несмотря на многочисленность и разносторонность проведенных исследований некоторые аспекты эффективного использования азотных удобрений в хлопководстве остаются малоизученными. Вопросы дифференцированного применения азотных удобрений на основе почвенной и растительной диагностики, эффективного сочетания способов полива и внесения азота, учета количества азота в навозе при совместном использовании азотсодержащих минеральных и органических удобрений, применения азотных удобрений при покрытии рядков хлопчатника плёнкой – важнейшие вопросы современной агрохимии и агротехники.

Эффективное использование норм и сроков, способов и техники внесения азотных удобрений были одним из центральных вопросов в агрохимических исследованиях с начала периода химизации хлопководства. Они являются актуальными и по сей день, что вызывает необходимость этих исследований во времени, в связи с изменениями азотного состояния и плодородия почв, сортов, агротехники и культуры земледелия в целом.

Степень изученности проблемы. В хлопководстве страны проведены единичные исследования по вопросам дифференцированного применения норм и сроков азотных удобрений в зависимости от количеств доступного азота в почве, оптимального сочетания способов внесения азотных удобрений и технологий полива, совместного применения азота и навоза с учётом количественных соотношений C:N в удобрениях, эффективности азотных удобрений на хлопчатнике при его возделывании с использованием

полиэтиленовой плёнки. В результате разного подхода к изучаемому вопросу авторами получены различные результаты, которые порою противоречат друг другу, что определяет необходимость проведения новых исследований в этих направлениях.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Исследования по диссертационной программе входили в тематический план НИР УзНИИХ, регистрационные номера ГНТП (1983-2004 гг.): 053009; 066220; 01.9.10.027890; 01.9.70.005815; 01.2.00.008792; 11.1.35 (грант). Международные гранты: МАГАТЭ (IAEA, UZB/5/002); Фонд гражданских исследований и развития США (CRDF, ZB1-2050); Департамент с.-х. США через УНТЦ (USDA-STCU, P-116).

Цель исследований. В условиях орошаемых почв серозёмного пояса изыскать пути регулирования процессов трансформации азота почв и удобрений в направлении соответствующем потребностям хлопчатника.

Задачи исследований.

1. Создание искусственных фонов по нитратному азоту и оценка размеров его переходного фонда в почве, их влияние на интенсивность прорастания семян, режим $N-NO_3$ в почве, потребление NPK растениями, показатели продуктивности культуры и качества хлопка-сырца в зависимости от норм и сроков внесения N-удобрений.

2. Установление взаимосвязи между содержанием $N-NO_3$ в почве и N-общего в листьях хлопчатника по фазам его развития; оперативной возможности корректировки подкормочных доз азота под хлопчатник на основе растительной диагностики.

3. Выявление влияния разных способов внесения азотных удобрений и технологий полива на позиционную доступность минерального азота в почве в динамике, закономерности использования питательных элементов растениями, продукционный процесс, урожай хлопка-сырца и его качество.

4. Определение отдельных статей баланса азота удобрений в зависимости от норм N и режимов орошения при капельном способе полива в сравнении с поверхностным напуском воды по бороздам. Изучение миграции и динамики доступного азота в почве, абсолютных и относительных темпов роста показателей продуктивности хлопчатника в зависимости от условий питания и увлажнения почвы.

5. Изучение процессов минерализации и иммобилизации азотистых соединений в почве, потребление растениями азота ^{15}N удобрений, изменение содержания органического углерода в почве, динамика подвижных форм NPK в почве, формирование урожая хлопка-сырца и его качество в зависимости от различных соотношений углерода навоза и азота вносимых удобрений.

6. Установление коэффициента использования азота ^{15}N удобрений растениями в зависимости от сроков внесения азотных удобрений при возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки.

Выявление влияния посевного (подплёночного) внесения разных доз азота на всхожесть семян, количественное содержание и соотношение $N-NH_4$ и $N-NO_3$ в почве в посевной и вегетационный периоды, абсолютные и относительные темпы роста продуктивности азота, количественные показатели развития и продуктивности хлопчатника, качество хлопка-сырца.

7. Создание математических моделей зависимости урожая хлопка-сырца от норм, сроков и способов внесения азотных удобрений и условий увлажнения почвы (способы, технологии поливов и режимы орошения).

Защищаемые положения:

1. Длительное антропогенное воздействие на почвы способствовало радикальному изменению в них процессов трансформации азота, внося значительные коррективы в природную закономерность и последовательность процессов, связанных с генетическими особенностями, географическим положением и условиями окружающей среды.

В почвах, находящихся в сельскохозяйственном обороте, именно характер антропогенного воздействия предопределяет азотное состояние почв и создаёт возможность регулирования процессов трансформации азота в них.

2. Оптимальные нормы азота под хлопчатник определяются на основе показателей почвенной диагностики. Эффективные нормы азотных удобрений для хлопчатника достигаются на основе учёта весенних запасов азота нитратов в метровом слое почвы.

Установка необходимой дозы азота для подкормки хлопчатника возможна на основе листовой диагностики, проводимой портативными приборами непосредственно в полевых условиях.

3. При сочетании азотных и органических удобрений на хлопчатнике, соотношение масс углерода навоза и азота вносимых удобрений (C:N) существенно влияет на процессы минерализации и иммобилизации азотистых соединений в почве, характер использования растениями азота удобрений и почвы. При соотношении C:N=10:1 в составе удобрений, в почве создаётся оптимальный режим питания для растений, что способствует получению устойчивых урожаев хлопка-сырца с хорошими технологическими свойствами волокна.

4. Агротехнические условия применения азотных удобрений под хлопчатник создают своеобразный режим минерального азота в почве. Технологии использования технического азота позволяют регулировать питательный и водный режимы почвы с целью улучшения продукционного процесса растений, повышения урожая, качества хлопка-сырца и охраны окружающей среды.

Научная новизна. Усовершенствованы количественные показатели почвенной и растительной диагностики для определения нуждемости хлопчатника в азотном удобрении и дифференцировании норм и сроков

внесения азотных удобрений под хлопчатник с учётом обеспеченности почв и потребности растений.

Установлены коэффициенты использования азота ^{15}N удобрений хлопчатником в условиях различной агротехники: сроков внесения азотных удобрений при возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки; норм N и режимов увлажнения почвы при капельном орошении.

Выявлено влияние разных припосевных доз азота на интенсивность прорастания семян, изучены закономерности содержания и динамики минеральных соединений азота в почве. Определены количественные соотношения подвижных форм NPK в почве в период вегетации растений, абсолютные и относительные темпы роста продуктивности азота, показатели развития и урожайности хлопчатника в зависимости от сроков внесения азота при выращивании хлопчатника с плёночным покрытием рядков.

Изучены процессы мобилизационно-иммобилизационного цикла азота в почве, определен баланс азота ^{15}N удобрений при совместном внесении под хлопчатник азотных удобрений и навоза в различных сочетаниях. Найдено оптимальное соотношение C:N (соотношение масс углерода навоза и азота удобрений) во вносимой норме удобрений, способствующее улучшению питательного режима почвы и получению высокого урожая хлопка-сырца с хорошими технологическими свойствами волокна.

Изучены закономерности миграции минерального азота в почве, использования NPK растениями, накопления органической массы и плодоношения, а также величина урожая хлопка-сырца и его качество при разных нормах и способах внесения азотных удобрений в зависимости от технологий и способов полива, режимов орошения хлопчатника.

Научная и практическая значимость результатов исследований. На основании проведенных исследований выполнены следующие разработки:

- методика определения дифференцированных норм и сроков внесения азотных удобрений под хлопчатник в зависимости от запасов нитратного азота в метровом слое почвы (для автоморфных почв) и на основе листовой диагностики (по номограмме применительно ко всем почвам);
- использование азотных удобрений только в поливаемые междурядья при поливах хлопчатника до конца вегетации через борозду;
- способ рационального сочетания азотных и органических удобрений: рекомендуемое соотношение азота минерального удобрения и навоза в годовой норме составляет $N_{\text{мин.уд.}} : N_{\text{навоза}} = 70:30$ (70% от годовой нормы азота вносится за счёт минеральных удобрений, а 30% N в составе навоза).
- при возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки и применении N200P140K100, внесение 50 кг N/га до сева или 50-100 кг N/га при севе, по 50-75 кг N/га в бутонизацию и начале цветения растений.

Реализация результатов. Результаты исследований использованы при составлении «Практические рекомендации по сельскому хозяйству: земля, вода, удобрения» (Ташкент, МСХ РУз. 1996. – 108 с.), «Тошкент вилоятида

мўл ва сифатли пахта етиштириш бўйича тавсиялар (Тошкент, ЎзҚХФА. 1996. – 16 б.), «Пахтачиликда маъдан ва маҳаллий ўғитларни қўллаш бўйича тавсиялар» (Тошкент, ЎзҚСХВ. 2003. – 24 б.). Практические рекомендации по диссертации внедрены в различных областях республики на площади 80 тыс.га. Экономический эффект разработок составляет 48826-215981 сўм/га.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на республиканских конференциях (Андижан, 1989; Ташкент, 1991), Всесоюзной научной конференции по проблемам повышения плодородия почв в условиях интенсивного земледелия (Ташкент, 1990), Международных научно-практических конференциях по проблемам развития хлопководства и зерноводства (Фергана, 1996; Ташкент, 2002, 2004, 2006), Всемирном конгрессе почвоведов (Бангкок, 2002), Международной конференции по водосберегающим технологиям (Сан-Диего, 2003), Международной ежегодной конференции агрономов, растениеводов и почвоведов США (Сиэтл, 2004), Международной конференции по агрохимическим приёмам повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтных системах земледелия (Москва, 2006), Методическом совете УзНИИХ (2006), заседании научного совета ГосНИИПА (2006).

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано 40 работ.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 348 страницах машинописи, состоит из общей характеристики работы, шести глав, выводов, заключения, предложений производству. В диссертации 107 таблиц, 43 рисунка и 85 приложений. Список использованной литературы включает 450 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Объект, предмет и методы исследований. Изучение вопросов трансформации азота в почве, регулирования азотного режима почвы, потребления N растениями в зависимости от норм, сроков и способов внесения азотных удобрений на хлопчатнике проводили в условиях орошаемых почв серозёмного пояса: староорошаемый типичный серозём ЦЭБ УзНИИХ и учебного хозяйства ТашГАУ; орошаемая луговая аллювиальная почва Балыкчинского района Андижанской области.

Почвы по механическому составу среднесуглинистые, различны по агрохимическим свойствам. Перед закладкой опытов содержание гумуса в старороорошаемых типичных серозёмах колебалось в пределах 1,050-1,144%, валовых форм NPK соответственно 0,080-0,146%; 0,140-0,230% и 2,100%. В орошаемых луговых почвах содержание гумуса несколько выше (1,188%), валовые формы NP в тех же пределах (0,104 и 0,136%), а валовый калий ниже (1,800%), чем в старороорошаемых типичных серозёмах. По содержанию подвижного P_2O_5 и обменного K_2O староорошаемые типичные серозёмы

относятся к среднеобеспеченным, орошаемые луговые почвы – соответственно к очень низкообеспеченной и низкообеспеченной категориям. Поглощающий комплекс этих почв насыщен Ca^{2+} и Mg^{2+} , в сумме равных до 95,1-98,9%. Поглощённый K^+ преобладает над Na^+ , но сумма щелочей в почвах незначительна; pH почв в пределах 7,5-8,0.

Эксперименты проводили в 1983-2004 гг. в условиях вегетационных, лизиметрических и полевых опытов.

В первой серии опытов в условиях староорошаемых типичных серозёмов ЦЭБ УзНИИХ изучалась эффективность норм и сроков внесения азотных удобрений на хлопчатнике в зависимости от запасов нитратного азота в почве. Первый полевой опыт проведен с целью изучения эффективности норм азотных удобрений на хлопчатнике. Опыт проведен по единой схеме на трех (низкий, средний и высокий) искусственно созданных фонах по запасам N-NO_3 в почве. Во втором полевом опыте изучалась эффективность предпосевного и припосевного внесения азота на хлопчатнике. Опыт проведен по единой схеме на двух фонах по обеспеченности почвы N-NO_3 (низкий и средний). Общая площадь делянок в первом и втором опытах составляла 240 м^2 (4,8 м x 50 м), учётная – 100 м^2 . Третий полевой опыт проведен для изучения влияния концентрации фоновых нитратов на интенсивность прорастания семян. Размер делянок в третьем полевом опыте 24 м^2 . Повторность вариантов во всех опытах 4-х кратная, фонов по нитратам - однократная. Сорт хлопчатника-Ташкент-1.

Во второй серии опытов изучалась трансформация азота в почве и продуктивность хлопчатника в зависимости от технологий полива и режимов орошения в условиях староорошаемых типичных серозёмов Ташкентской области. Полевой опыт, с целью изучения способов внесения азотных удобрений в зависимости от технологии полива хлопчатника, был проведен в малом учебном хозяйстве ТашГАУ. Размер делянок 96 м^2 (20 м X 4,8 м). Схема посева – 60x16-1, поливы проводились по режиму орошения 70-70-60% от НВ, с использованием водосливов Чипполетти. Сорт хлопчатника С-6524. Следующий полевой опыт по изучению эффективности норм азотных удобрений на хлопчатнике в зависимости от режимов увлажнения почвы при капельном орошении проводился на ЦЭБ УзНИИХ. Содержание влаги в почвенном профиле определяли еженедельно нейтронным влагомером (Campbell Pacific Nuclear International, Inc, model 503DR1.5). Азотные (немеченые) удобрения в опыте вносились через систему капельного орошения. Водопотребление хлопчатника определяли балансовым методом. Изотоп азота ^{15}N в форме мочевины, с избытком 1,1-2,5 ат. %, вносился вручную в рамки размером 1 м X 1 м, которые были ограждены рубероидом до глубины 50 см. Содержание ^{15}N в растительных образцах определяли эмиссионным спектрометром NOI7 (FAN, Germany), после предварительного сжигания образцов и отгонки азота в аппарате Къельдаля. Исследования по

определению влажности почвы, с помощью нейтронного влагомера, и ^{15}N проводили по методике МАГАТЭ (2001).

В третьей серии опытов на территории опытной станции ТашГАУ изучалось превращение азота на староорошаемых типичных серозёмах и использование его хлопчатником в зависимости от различных количественных соотношений углерода навоза и азота удобрений. Вегетационный опыт проведен в сосудах Вагнера, которые вмещали 25 кг воздушно-сухой почвы. Лизиметры построены из железобетона с площадью поверхности $0,25 \text{ м}^2$ и глубиной 60 см. Использовался изотоп азота ^{15}N с обогащением 50 ат. %. Изотопный состав азота в растительных и почвенных образцах определяли на масс-спектрометре во Всероссийском НИИ агрохимии. Повторность вегетационного опыта семикратная, лизиметрического и полевого – 4-х кратная. Площадь делянок в полевом опыте 96 м^2 ($4,8 \times 20 \text{ м}$). Сорт хлопчатника – С-6524.

В четвертой серии опытов изучалось влияние сроков внесения азотных удобрений на азотное состояние почвы, потребление N и продуктивность хлопчатника при его выращивании с использованием полиэтиленовой плёнки. Лизиметрический опыт со староорошаемыми типичными серозёмами проведен на ЦЭБ УзНИИХ (площадь $0,8 \text{ м}^2$, глубина 1 м). В опыте использован изотоп азота ^{15}N с избытком 5,337 ат. % в форме мочевины. Удобрения использованы из расчета $\text{N}200\text{P}150\text{K}100 \text{ кг/га}$. Повторность опыта 4-х кратная, сорт хлопчатника – Акдарья-6. Полевой опыт проводился на орошаемых луговых аллювиальных почвах хозяйства «Намуна» Балыкчинского района Андижанской области. Размер делянок 432 м^2 ($7,2 \text{ м} \times 60 \text{ м}$). Повторность опыта – 4-х кратная. Хлопчатник сорта «Фергана-3» выращивался в междурядьях 90 см.

Опыты проведены по методике УзНИИХ (1973, 1981), агротехника – принятая в регионе. Относительные темпы роста высоты стебля и накопления сухой массы рассчитывали по D.B.South (1991). Относительные темпы роста продуктивности азота определяли по P.Poorter (1989).

В почве содержание гумуса определяли по И.В.Тюнину; валовых форм азота и фосфора – в одной навеске по методу К.Е.Гинзбург, Е.М.Щегловой и В.В.Вульфius; общего калия – по Смиту; нитратного азота – по Грандвальд-Ляжу и ионселективным методом; аммоний – колориметрически с реактивом Несслера; подвижного фосфора и обменного калия – в 1% углеаммонийной вытяжке по Б.П.Мачигину и П.В.Протасову.

В растениях содержание валового азота, фосфора и калия устанавливали по модификации И.М.Мальцевой и Л.И.Гриценко; органического, минерального, аммонийного и нитратного азота – по методу Конвея в модификации Ф.Л.Ястрембович и Н.И.Калинина.

Биологические повреждения хлопкового волокна определяли с помощью микроскопа МБИ, а предрасположенность семян к порокообразованию «кожица с волокном» – по методу А.А.Муратова и др.

(1978). Качество хлопка-сырца определяли в лаборатории селекции и семеноводства хлопчатника УзНИИХ.

Статистическая обработка результатов исследований проведена по Б.А.Доспехову (1985) и с использованием пакета программ SAS V9.1 (описательный анализ, корреляция, ANOVA, метод повторяющихся измерений, контрасты урожаев, многофакторный статистический анализ, простая и множественная регрессия) (SAS Institute, 2003).

Эффективность норм и сроков внесения азотных удобрений на хлопчатнике в зависимости от запасов нитратного азота на староорошаемых типичных серозёмах. Различные запасы $N-NO_3$ в почве создавались искусственно. Низкий нитратный фон создавался в течении года путем выращивания хлопчатника без внесения азотных удобрений. Для создания и поддержания среднего и высокого фонов азотные удобрения вносились ежегодно в январе-феврале, основанием для которого явились результаты ранее проведенных исследований. В разные годы исследований, в период между внесением азота в почву и севом хлопчатника, выпадало разное количество атмосферных осадков, что явилось причиной неодинаковой миграции нитратов по профилю почв (Рис. 1).

Под воздействием 248 мм осадков выявлено выщелачивание $N-NO_3$ до глубины двух метров, но основное их количество при этом аккумулировалось в метровом слое почвы. В случае выпадения 186 мм осадков после внесения удобрений, нитраты распределялись в метровом слое почвы. Осадки в количестве 72 мм оказали сравнительно меньшее влияние на выщелачивание $N-NO_3$, и нитратный максимум в момент посева хлопчатника сформировался в 0-60 см слое почвы.

Результаты наших исследований показали, что на контрольном варианте (без внесения азота) низкого азотного фона, в среднем за три года, запасы $N-NO_3$ в 2-х метровом слое почвы составили 96,3-124,0 кг/га. Из этого количества 66,3-73,2% $N-NO_3$ находились в метровом, и только 36,6-45,5% в 0-40 см слоях почвы. На среднем фоне, при запасах азота нитратов в двухметровом слое 299,0-324,0 кг/га, 72,7-74,8% их располагались в 0-100 см и 45,8-49,1% в 0-40 см слоях почвы. На высоком фоне, если в двухметровом слое находилось 542,3 кг/га $N-NO_3$, то 81,3% нитратов обнаружены в метровом и 56,9% в верхнем 40 см слоях почвы.

Коэффициент корреляции (R^2) между урожаем хлопка-сырца и запасами $N-NO_3$ в 0-40 см слое почвы составил 0,70, а в метровом и двухметровом слоях почвы - 0,85 и 0,87 соответственно (Табл. 1). Видно, что в последних двух случаях, коэффициент корреляции значительно выше, чем в первом случае. Кроме того, ошибка m_f при запасах $N-NO_3$ в 0-40 см слое почвы составила 0,27, т.е. корреляция для этого случая не всегда является достоверной. А коэффициент корреляции между запасами $N-NO_3$ в 0-100 и 0-200 см слоях почвы и урожаем хлопка-сырца с учетом ошибок достоверны и существенны во всех случаях.

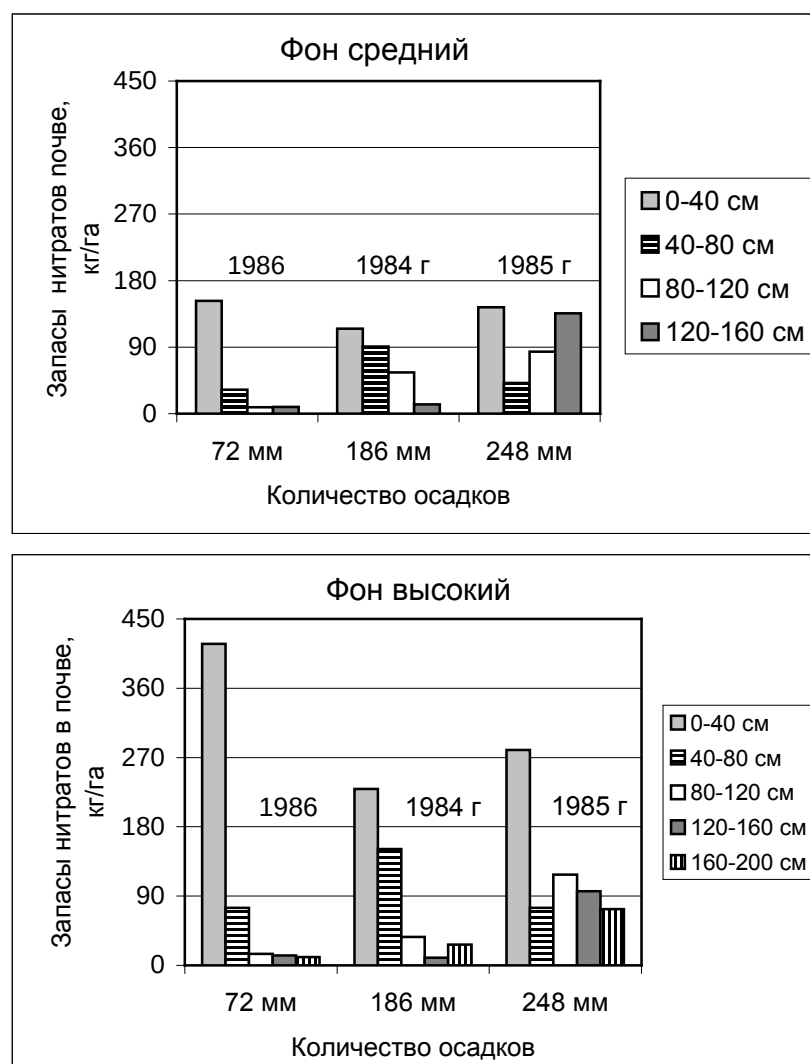


Рис. 1. Передвижение $N-NO_3$ по профилю почвы под влиянием атмосферных осадков, кг/га (контрольные варианты среднего и высокого фонов).
Сроки определения: ежегодно в период сева хлопчатника

Таблица 1
Результаты корреляционного и регрессионного анализа данных по запасам $N-NO_3$ в различных слоях почвы и урожаем хлопка-сырца

Показатели	При запасах $N-NO_3$ в слоях почвы		
	0-40 см	0-100 см	0-200 см
Коэффициент корреляции, R^2	0,70	0,85	0,87
Коэффициент регрессии (ц/га), b_{yx}	0,032	0,029	0,024
Коэффициент детерминации, d_{yx}	0,49	0,72	0,76
Критерий существенности коэффициента корреляции $t_{факт}$	2,59	4,25	4,85
$t_{теоретический} = 2,37$			

Поэтому результаты наших исследований дают основание полагать, что в условиях незасоленных автоморфных почв, при диагностике азотного

питания хлопчатника в зависимости от количества доступного азота почвы, можно ограничиться определением запасов N-NO₃ в 0-100 см слое почвы.

Результаты экспериментов показали, что с увеличением содержания N-NO₃ в 0-40 см слое почвы интенсивность прорастания семян снижается. Между двумя этими показателями установлена довольно высокая обратная корреляционная зависимость (Табл. 2).

Таблица 2

Сводка данных по содержанию N-NO₃ в почве и всхожести семян хлопчатника (Опыты 1 и 2; 1985-1986 гг.)

Число случаев	Среднее содержание N-NO ₃ в 0-40 см слое почвы, мг/кг	Всхожесть семян, %
11	9,9d	85a
4	31,5c	74b
3	46,9b	68b
3	94,9a	46c
<i>Модель (Pr > F)</i>	<i><0,0001</i>	<i><0,0001</i>
<i>Коэффициент корреляции (R²)</i>	<i>0,9904</i>	<i>0,9643</i>
<i>Коэффициент вариации (V)</i>	<i>8,2791</i>	<i>4,9079</i>
Анова Linear (LSD Alpha 0.05). Разница значений с одинаковыми буквами статистически не достоверна		
Коэффициент корреляции между содержанием N-NO ₃ в 0-40 см слое почвы и всхожестью семян хлопчатника R ² = -0,9599		

В результате, при высокой насыщенности почв нитратами в посевной период (в нашем опыте > 30 мг/кг N-NO₃ в 0-40 см слое почвы), снижалась интенсивность прорастания семян хлопчатника; в проростках наблюдалось увеличение содержания всех форм азота, особенно, нитратного и аммонийного. Повышенное содержание в тканях молодого хлопчатника аммонийного азота, при одновременном недостатке углеводов, нарушает обмен веществ, оказывает токсическое воздействие на организм растения и задерживает ростовые процессы.

Мы рассчитали соотношения подвижных форм N:P₂O₅:K₂O в период вегетации хлопчатника при применении 250 кг/га на низком, среднем и высоком фонах. На низком фоне соотношение подвижных NPK в почве в первой половине развития хлопчатника составило N:P₂O₅:K₂O = 1:1,2:7, а во второй - 1:1,3:6; на среднем фоне: 1:0,7:4 (I период) и 1:0,8:4 (II период); на высоком фоне: 1:0,5:3 (I период) и 1:0,6:3 (II период). Видно, что доля N-NO₃ в соотношении N:P₂O₅:K₂O возрастала, а подвижного P₂O₅ и обменного K₂O снижалась от низкого к среднему и далее высокому уровню N-NO₃ в почве.

При сравнении одного варианта (250 кг N/га) нитратных фонов между собой, сравнительно лучшее соотношение доступных форм NPK в почве создается на низком фоне, что благоприятствует нормальному потреблению NPK (Табл. 3), развитию и высокой продуктивности хлопчатника (Табл. 4).

Надо полагать, что подобные условия в почве создаются при использовании 125 кг N/га на среднем фоне и без внесения N-удобрений на

высоком фоне, так как показатели урожайности хлопчатника на этих вариантах опыта наилучшие.

В остальных случаях установлен либо недостаток $N-NO_3$ в почве (варианты с применением 0 и 125 кг/га азота на низком фоне), либо его избыток (вариант с внесением 250 кг N/га на среднем фоне или 125 и 250 кг/га на высоком фоне).

Таблица 3

Показатели использования NPK хлопчатником в конце вегетации в зависимости от норм азота и уровней содержания $N-NO_3$ в почве

Норма азота, кг/га	Вынос питательных веществ, кг/га			Соотношение NPK	Индекс питания азотом	Расход NPK на создание 1 т хлопка-сырца, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1984 год								
Фон низкий								
-	49,2b	26,1b	61,9b	1:0,53:1,25	0,71a	24,7	13,1	31,1
125	73,2b	31,8b	82,3b	1:0,43:1,12	0,62b	26,8	11,6	30,1
250	173,9a	68,7a	162,6a	1:0,39:0,93	0,58b	52,7	20,8	49,3
Фон средний								
-	112,9b	29,0b	121,0b	1:0,25:1,07	0,68a	38,0	9,8	40,7
125	112,4b	30,8b	122,3b	1:0,27:1,08	0,59b	33,2	9,1	36,1
250	162,1a	40,9a	163,5a	1:0,25:1,00	0,62ba	49,4	12,5	49,8
Фон высокий								
-	114,8a	42,6ba	90,5a	1:0,37:0,78	0,70a	36,0	13,4	28,4
125	104,8a	37,3b	93,8a	1:0,35:0,89	0,62b	33,4	11,9	29,9
250	127,2a	42,6a	107,6a	1:0,33:0,84	0,58b	39,0	13,1	33,0
1986 год								
Фон низкий								
-	55,0c	28,4b	64,9c	1:0,51:1,18	0,69a	32,2	16,6	38,0
125	103,8b	43,2b	111,1b	1:0,41:1,07	0,67a	41,5	17,3	44,4
250	133,7a	55,9a	140,8a	1:0,41:1,05	0,63b	44,7	18,7	47,1
Фон средний								
-	74,4b	29,2b	77,6b	1:0,39:1,04	0,67a	29,1	11,4	30,3
125	119,1a	38,9ba	118,4a	1:0,32:0,99	0,66a	40,2	13,1	40,0
250	104,9a	43,2a	115,1a	1:0,41:1,09	0,63b	36,0	14,8	38,9
Фон высокий								
-	96,2a	40,2a	111,2a	1:0,41:1,15	0,63a	33,9	14,2	39,2
125	96,4a	40,2a	94,7ba	1:0,41:0,98	0,63a	34,1	14,2	33,5
250	79,9a	31,2b	82,2b	1:0,39:1,02	0,61a	28,4	11,1	29,3
Статистика: Anova Linear (LSD Alpha 0.1)								

В обоих случаях наблюдается неуравновешенность почвенного раствора, а при избытке нитратов в почве – вдобавок и повышение его концентрации. Это приводило к нарушению процессов синтеза и распада органоминеральных соединений в растениях, темпов развития хлопчатника, что, в конечном счёте, снижало урожай хлопка-сырца (Табл. 5) и ухудшало его качество.

Таблица 4

Рост и развитие хлопчатника в зависимости от норм азотных удобрений и запасов азота нитратов в почве, 1986 г.

Номер варианта	Норма азота, кг/га	Высота главного стебля, см				Количество симподиальных ветвей, штук		Количество коробочек, штук	
		01.VI	01.VII	01.VIII	15.IX	01.VII	01.VIII	01.VIII	01.IX
Фон низкий									
1	-	10,4с	36,9а	48,3с	52,4b	4,1ab	4,5с	4,9b	4,9с
2	125	10,8b	36,6а	54,7b	66,7а	3,8b	5,4b	5,4b	6,4b
3	250	11,8а	38,1а	58,9а	72,7а	4,2а	6,0а	6,3а	7,9а
Фон средний									
1	-	10,5а	37,8а	61,7b	68,1b	4,3а	7,0b	5,7b	8,0b
2	125	10,3а	37,4а	72,6а	78,5а	4,1а	8,9а	7,2а	11,7а
3	250	9,9а	37,2а	73,5а	81,5а	4,2а	8,9а	7,3а	11,1а
Фон высокий									
1	-	9,5b	37,0а	68,0а	79,2а	4,3а	9,4а	7,2b	11,5а
2	125	9,7а	34,9b	70,0а	77,6а	4,2ab	9,4а	6,8с	11,5а
3	250	9,3b	35,6b	67,8а	73,2b	3,9b	9,7а	8,2а	11,3а
Статистика: Метод повторяющихся измерений (LSD Alpha 0.1)									

На низком фоне, на варианте без азота, урожай хлопка-сырца в среднем за три года составил 18,5 ц/га. Норма 125 кг N/га повысила урожай до 26,2 ц/га. Увеличение нормы до 250 кг N/га способствовало повышению урожайности до 32,1 ц/га, с прибавкой 13,6 ц/га хлопка-сырца.

Таблица 5

Влияние норм азотных удобрений на урожай хлопка-сырца в зависимости от запасов нитратов в почве, ц/га

Номер варианта	Норма азота, кг/га	Урожай по годам опыта, ц/га			Среднее за 3 года	Прибавка урожая
		1984 г.	1985 г.	1986 г.		
Фон низкий						
1	-	19,9	18,5	17,1	18,5	-
2	125	27,3	26,4	25,0	26,2	7,7
3	250	33,0	33,4	29,9	32,2	13,6
<i>E, ц/га</i>		<i>1,10</i>	<i>0,95</i>	<i>0,55</i>		
<i>P, %</i>		<i>4,1</i>	<i>3,6</i>	<i>2,9</i>		
Фон средний						
1	-	29,7	27,7	25,6	27,7	-
2	125	33,9	31,2	29,6	31,6	3,9
3	250	32,8	32,6	29,1	31,5	3,8
<i>E, ц/га</i>		<i>0,75</i>	<i>0,70</i>	<i>0,55</i>		
<i>P, %</i>		<i>2,3</i>	<i>2,3</i>	<i>2,0</i>		
Фон высокий						
1	-	31,9	31,6	28,4	30,6	-
2	125	31,4	32,0	28,3	30,6	-
3	250	32,6	33,6	28,1	31,4	0,8
<i>E, ц/га</i>		<i>0,90</i>	<i>1,00</i>	<i>0,34</i>		
<i>P, %</i>		<i>2,8</i>	<i>3,1</i>	<i>1,2</i>		

На среднем фоне, на контроле урожай в среднем за три года составил 27,7 ц/га. При внесении 125 кг N/га урожай повысился до 31,6 ц/га. Дальнейшее увеличение нормы азота до 250 кг N/га не способствовало получению дополнительного урожая хлопка-сырца. На высоком фоне урожай хлопка-сырца в варианте без азота, в среднем за три года экспериментов, составил 30,6 ц/га. В случае использования 125 и 250 кг N/га урожай равнялся 30,6 и 31,4 ц/га соответственно.

В результате обобщения данных по запасам N-NO₃ в 0-100 см слое почвы и урожайности хлопчатника, установили пределы колебаний запасов N-NO₃ в почве в зависимости от урожая хлопка-сырца (Табл. 6).

Таблица 6

Сводка данных по запасам нитратного азота в метровом слое орошаемого типичного серозёма и урожайности хлопчатника (1984-1986 гг)

Запасы N-NO ₃ в 0-100 см слое почвы, кг/га	Число случаев	Усреднённый уровень N-NO ₃ в почве, кг/га	Средний урожай хлопка-сырца, ц/га
до 150	6	100	22,4
150 – 300	10	234	30,6
300 – 450	8	378	31,3

На основании результатов опытов предлагается методика определения дифференцированных норм азота под хлопчатник в зависимости от весенних запасов нитратов в метровом слое автоморфных почв:

- при запасах азота нитратов в метровом слое почвы до 150 кг/га под хлопчатник следует вносить полную годовую норму азота;
- при запасах N-NO₃ в почве 150-300 кг/га следует использовать половинную годовую норму азота;
- при запасах N-NO₃ в почве свыше 300 кг/га урожай хлопка-сырца порядка 30-32 ц/га можно получить без дополнительного внесения азотных удобрений.

Анализ и статистическая обработка данных показали, что в период вегетации хлопчатника между содержанием азота в почве и растениях существует определенная взаимосвязь. Наиболее высокая степень соответствия наблюдалась между содержанием N-NO₃ в почве и N-общего в листьях хлопчатника (Рис. 2). В зависимости от года исследований корреляционная зависимость между этими двумя факторами колебалась в следующих пределах: фаза 2-4 настоящих листьев – 0,67-0,92; бутонизация – 0,74-0,97; цветение – 0,73-0,83. Отсюда видна высокая значимость зависимости между содержанием N-NO₃ в почве и N-общего в листьях растений, что указывает на возможность учёта последнего в качестве индикатора для определения необходимости азотной подкормки хлопчатника. В связи с этим, нами разработана номограмма для корректировки доз азота в вегетационные подкормки хлопчатника (Рис. 3).

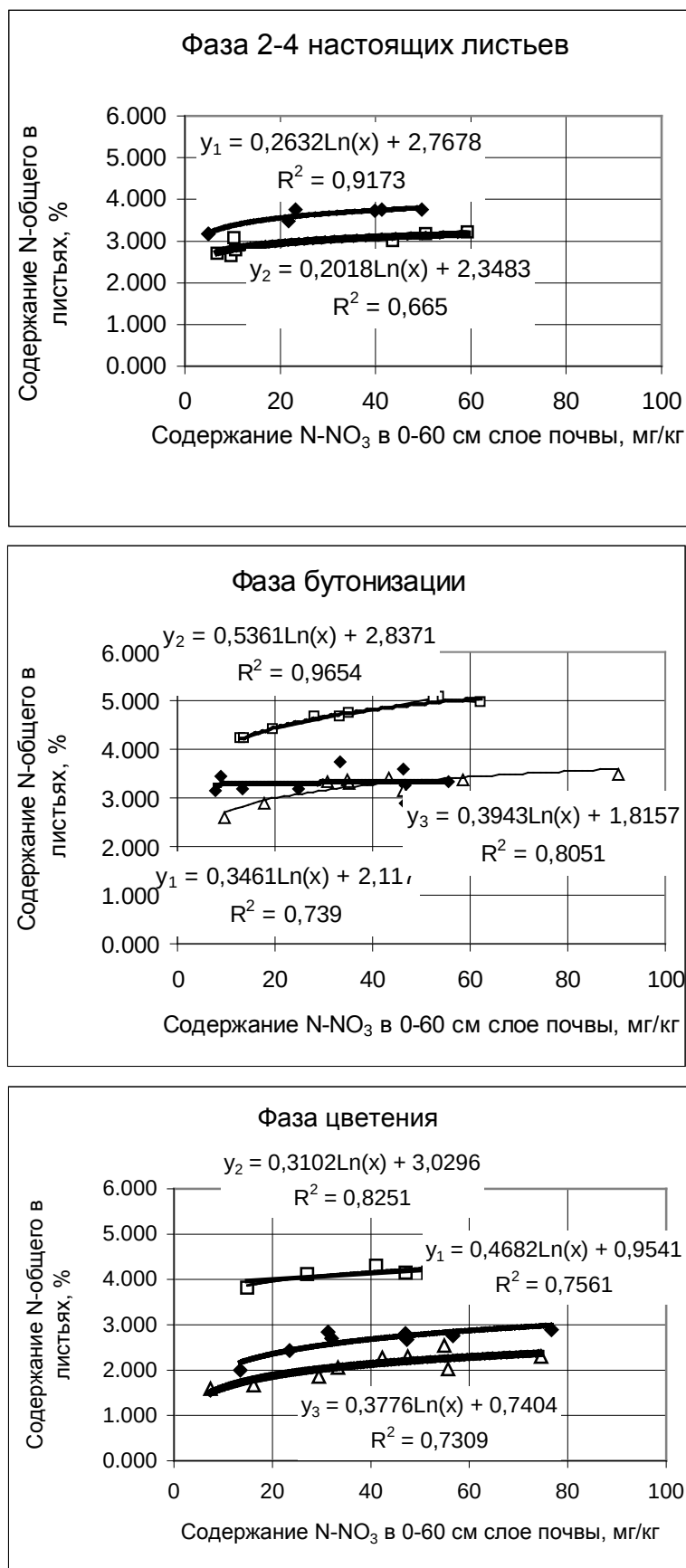


Рис. 2. Корреляционная и регрессионная зависимость содержания $N-NO_3$ в почве и N-общего в листьях по фазам развития хлопчатника

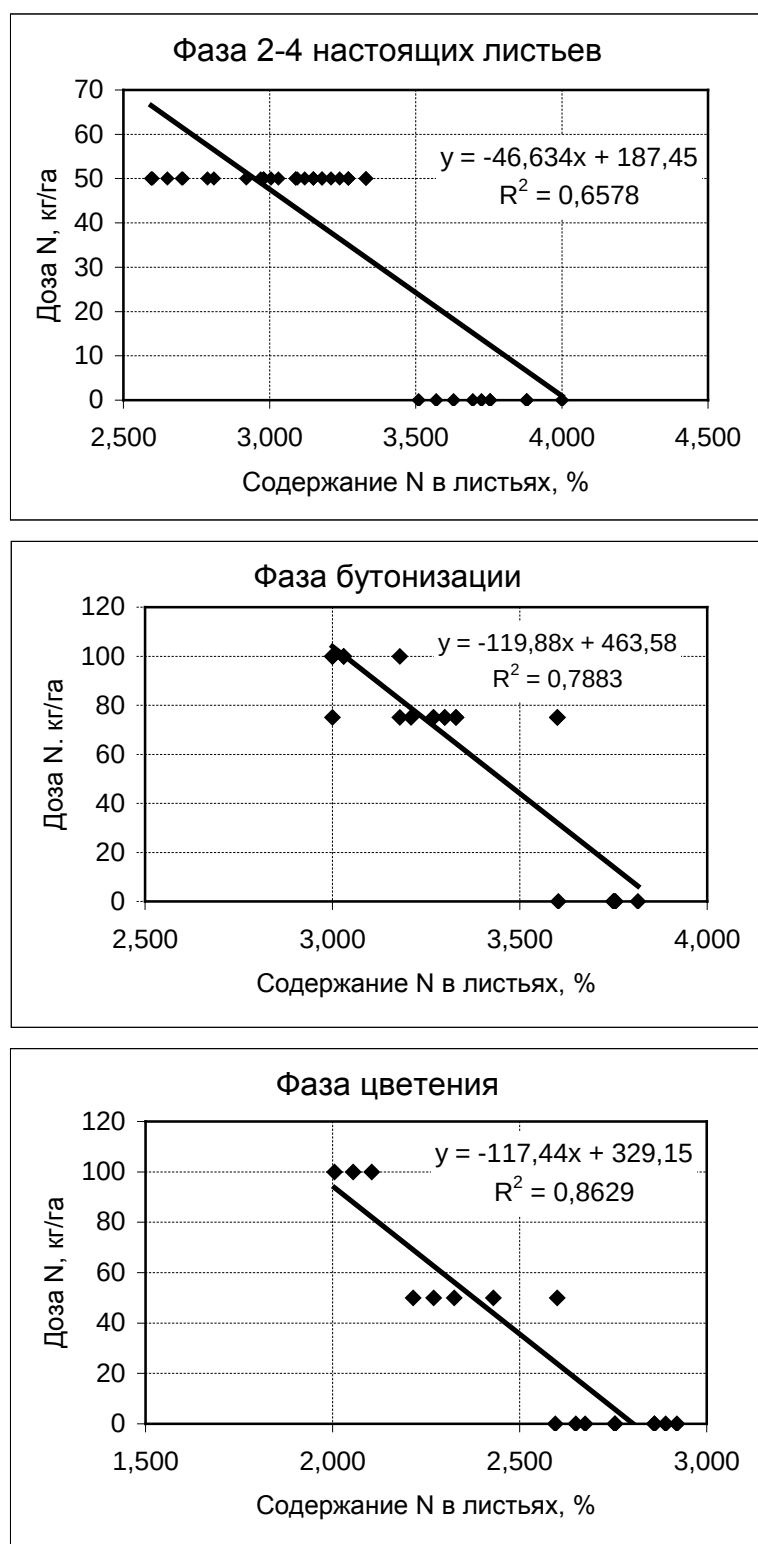


Рис. 3. Номограммы для расчётов доз азота под хлопчатник по фазам его развития в зависимости от содержания общего азота в листьях

Содержание N-общего в листьях хлопчатника при этом определяется непосредственно на поле портативными приборами (SPAD-502, Field Scout CM-1000, CCM-200, Green Seeker и др.).

Эффективность сочетания способов внесения азотных удобрений и технологии полива хлопчатника. Исследованиями выявлено, что распределение нитратного азота в корнеобитаемом слое почвы заметно варьирует в зависимости от способа внесения азотных удобрений и технологии полива (Рис.4). При поливах в каждый ряд, неорганический азот уже вскоре после полива аккумулируется больше в верхнем горизонте (0-10 см) почвы с постепенным снижением в подпахотном и нижних слоях. Этим и создается снижение позиционной доступности азота корням растений.

При поливах через ряд часть $N-NO_3$ под воздействием оросительной воды перемещается в неполиваемые борозды, где в верхних слоях почвы накопление этой формы азота происходит в меньшей степени, в связи с чем, повышается доступность нитратов корням хлопчатника. Это обусловлено тем, что при поливе через борозду, неполиваемые междурядья увлажняются медленно и постепенно. Затем, в неполиваемых бороздах сохраняется рыхлое и мелкокомковатое сложение почвы, намного уменьшается испарение в сравнении с поливаемыми рядками. Это создает благоприятный питательный режим и водно-физические свойства почвы в неполиваемых бороздах.

Полив в каждый ряд по отношению к орошению через борозду создаёт в почве в течении нескольких дней (до проведения междурядных обработок) анаэробные условия. В этом случае усиленно работают денитрифицирующие бактерии, переводящие $N-NO_3$ в разнообразные газообразные соединения, которые теряются непроизводительно, не участвуя в образовании дополнительного урожая хлопка-сырца. Кроме того, при поливах в каждую борозду, накопление (площадь и количество) азота нитратов в верхнем 0-10 см слое почвы увеличивается в два раза в сравнении с вариантами, где поливы до конца вегетации проводились через междурядье.

Сравнительно лучшее влияние на энергию выделения пасоки и поглощение азота хлопчатником оказали поливы через междурядье с внесением азота в поливаемые борозды (6 вариант). Если поливы в каждый ряд с дифференцированным внесением азота в междурядья (N в каждый ряд - 3 вариант; 4 вариант – N через междурядье) способствовали увеличению энергии выделения пасоки в 2,0-2,5 раза в сравнении с контролем без азота, то орошение и внесение N-удобрений через борозду (6 вариант) повысили этот показатель до 3 раз. Аналогичны этому изменения в содержании общего азота в пасоке указанных вариантов. Надо полагать, что при поливах и внесении азота через междурядье это обусловлено увеличением не только массы, но и поглощающей поверхности корневой системы хлопчатника, в сравнении с внесением N и проведением поливов в каждую борозду.

Опытами установлено, что при поливе через борозду у контрольных растений транслокация N и P из вегетативных частей в плодовые органы происходит более активно, чем при поливе в каждый ряд (Табл. 7). При внесении N-удобрений величина реутилизации азота существенно увеличивается.

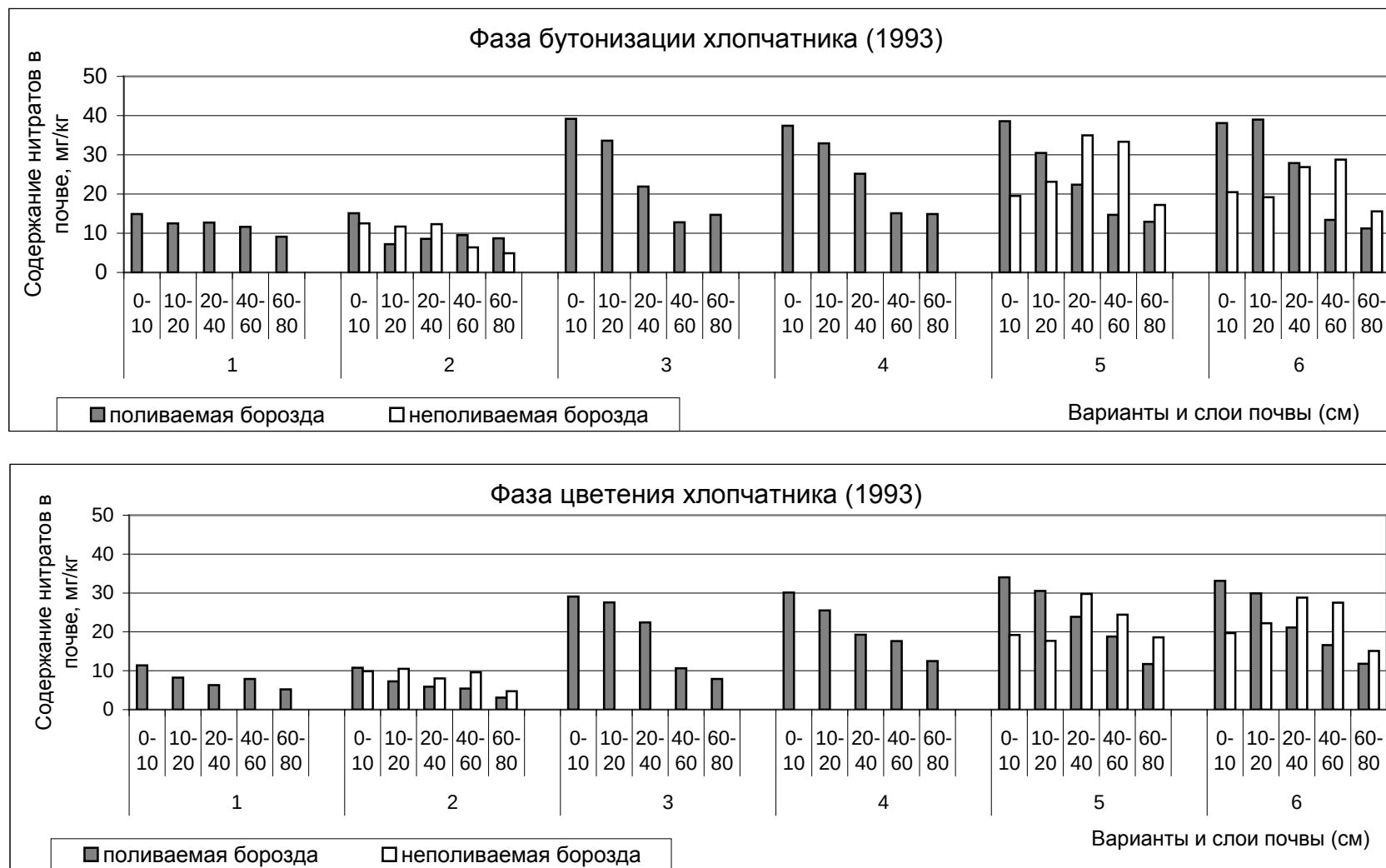


Рис. 4. Влияние способов внесения азотных удобрений и технологий полива на содержание $N-NO_3$ в почве в фазах бутонизации и цветения хлопчатника, мг/кг

Таблица 7

Распределение азота в вегетативных органах и целом растении при разных сочетаниях N + полив, г/растение (1991 г.)

Номер варианта	Варианты опыта	Всего вегетативные органы	Всего	Индекс питания
1	N ₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , поливы в каждую борозду	0,459	0,692	0,34
2	N ₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , поливы через борозду	0,473	0,768	0,38
3	N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , азот в каждую борозду, поливы как в вар 1.	1,226	2,551	0,52
4	N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , азот через борозду, поливы как в вар 1.	1,123	2,292	0,51
5	N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , азот в неполиваемые рядки, орошение через борозду	1,231	2,687	0,54
6	N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , азот в поливаемые рядки, орошение через борозду	1,341	3,002	0,55

При проведении поливов и внесении N-удобрений в каждую борозду повторное использование плодовыми органами азота из вегетативных частей количественно меньше и более продолжительно во времени, чем при поливах через ряд и внесении удобрения в поливаемые междурядья. Это связано с интенсивностью поступления азота и других питательных веществ в растения, и более активным включением их во все звенья азотного и углеводного обмена при проведении всех вегетационных поливов и внесении азотных удобрений через борозду.

Соотношение массы хлопка-сырца к общему весу одного растения на вариантах без азота составило по 0,32. Индекс урожайности значительно возрастал при внесении азотных удобрений под хлопчатник (3-6 варианты опыта). При проведении поливов хлопчатника в каждую борозду, независимо от способов внесения азота, индекс урожайности был в пределах 0,36-0,37. Сравнительное улучшение данного показателя (0,39) выявлено при поливах культуры через борозду с предшествующим внесением азота в неполиваемые междурядья. Индекс урожайности хлопчатника был наивысшим (0,40) в случае проведения всех вегетационных поливов через борозду и внесении азотных удобрений в поливаемые междурядья.

Урожай хлопка-сырца на вариантах без азота составил 20,8 и 22,7 ц/га (Табл. 8). Он повысился до 33,0 ц/га в случае проведения поливов и внесения азотных удобрений в каждую борозду. Почти равный этому урожай хлопка-сырца достигнут на 5 варианте, где все вегетационные поливы проведены через борозду, а азот внесен только в неполиваемые междурядья. В сравнение с этими двумя вариантами опыта, снижение урожая до 1,3 ц/га

установлено в случае, когда поливы осуществлены в каждую борозду, а азота вносился через междурядье.

Таблица 8

Урожай хлопка-сырца в зависимости от технологии полива и способов внесения азотных удобрений, ц/га

Номер варианта	Варианты опыта	Урожай хлопка-сырца по годам опыта			В среднем за три года
		1991	1992	1993	
1	N ₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , поливы в каждую борозду	21,1e*	20,8d	20,4f	20,8
2	N ₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , поливы через борозду	25,8d	21,4d	20,9e	22,7
3	N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , азот в каждую борозду, поливы как в вар 1.	34,8b	32,7c	31,6c	33,0
4	N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , азот через борозду, поливы как в вар 1.	32,2c	32,1c	30,7d	31,7
5	N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , азот в неполиваемые рядки, орошение через борозду	34,4b	34,6b	32,3b	33,8
6	N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , азот в поливаемые рядки, орошение через борозду	36,3a	35,9a	34,2a	35,5
* Разница значений с одинаковыми буквами в пределах одного года статистически не достоверна (LSD Alpha 0.1)					

Среди всех вариантов эксперимента, статистически достоверный и наибольший урожай хлопка-сырца получен при проведении всех поливов через борозду с предшествующим внесением азотных удобрений только в поливаемые междурядья (Табл. 9).

Таблица 9

Результаты статистического анализа контрастов урожая

Сопоставление вариантов	Контрасты урожая хлопка-сырца по годам опыта (Pr > F)		
	1991 г	1992 г	1993 г
Варианты 1 и 2	<0.0001	0.2488	0.0939
Варианты 1 и 3	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Варианты 1 и 4	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Варианты 2 и 5	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Варианты 2 и 6	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Варианты 3 и 4	0.0003	0.3275	0.0067
Варианты 3 и 5	0.4309	0.0034	0.0256
Варианты 3 и 6	0.0154	<0.0001	<0.0001
Варианты 4 и 5	0.0012	0.0006	<0.0001
Варианты 4 и 6	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Варианты 5 и 6	0.0034	0.0285	<0.0001
<i>Модель</i>	<0.0001	<0.0001	<0.0001
<i>Коэффициент вариации</i>	2.116	2.164	1.188
<i>Коэффициент корреляции</i>	0.991	0.993	0.998

На этом варианте эксперимента достигнуты также лучшие результаты по доле первого сбора в общем урожае и массе хлопка-сырца одной коробочки.

Орошение хлопчатника до конца вегетации через борозду и внесение азотных удобрений только в поливаемые рядки не ухудшало качество хлопка-сырца, а скорее, наоборот, несколько улучшала длину и разрывную нагрузку волокна, в сравнении с использованием азота в каждое междурядье с последующим проведением поливов во все борозды.

Эффективность сочетания норм азотных удобрений и режимов увлажнения почвы при капельном орошении хлопчатника. В наших исследованиях расчётный слой увлажнения профиля почвы при капельном орошении составлял 0-50 см, при бороздковом способе полива – до 1 м в зависимости от фазы развития хлопчатника. На вариантах 2 и 3 с капельным орошением содержание влаги снижалось соответственно с 0,210 и 0,224 м³/м³ до 0,186 и 0,183 м³/м³ в 0-30 и 50-70 см слоях почвы (Табл. 10). В нижних слоях почвы, начиная с 90 см, влажность почвы опять возрастала.

Таблица 10

Объёмное содержание воды в профиле почвы в зависимости от способа полива и режима влажности¹, м³/м³ (10.VII. 2002 г.)

Слои почвы, см	Содержание влаги в почве, м ³ /м ³		
	вар. 2: капельное орошение, режим орошения 65-65-60%	вар. 4: капельное орошение, режим орошения 70-70-60%	вар. 5: бороздковый полив, режим орошения 70-70-60%
30	0,210	0,224	0,208
50	0,194	0,190	0,195
70	0,186	0,183	0,198
90	0,203	0,200	0,206
110	0,199	0,199	0,206
130	0,199	0,199	0,202
150	0,198	0,198	0,201

Содержание азота нитратов в различных слоях почвы в период вегетации хлопчатника зависело от глубины увлажнения профиля почвы и способов орошения культуры. Так, в 2002 году, в вариантах опыта с капельным орошением, содержание N-NO₃ в период цветения и плодообразования хлопчатника было наибольшим в 0-30 и 30-50 см слоях почвы; в нижних слоях почвы нитраты снижались в 2-3 раза. При поливе по бороздам распределение N-NO₃ в профиле почвы иное, чем при капельном способе орошения: содержание нитратов во втором полуметре (50-100 см слой почвы) больше при бороздковом поливе, чем капельном таковом.

¹ 1 вариант – Капельное орошение, 65-65-60% от НВ, N150P140K100;

2 вариант – Капельное орошение, 65-65-60% от НВ, N200P140K100;

3 вариант – Капельное орошение, 70-70-60% от НВ, N150 P140K100;

4 вариант – Капельное орошение, 70-70-60% от НВ, N200 P140K100;

5 вариант - Бороздковый полив, 70-70-60% от НВ, N200 P140K100.

При капельном орошении и бороздковом поливе хлопчатника распределение и аккумуляция $N-NO_3$ в почве в период вегетации было также тесно связано со сроками поливов, т.е. времени отдалённости от даты последнего полива. Нитраты распределялись во всей увлажнённой толще почвы, в связи с их характером миграции до глубины промачивания почвы. Последующее капиллярное поднятие $N-NO_3$ в поверхностные слои по мере иссушения почвы приводило к формированию нитратного максимума в 0-30 см горизонте (Рис. 5).

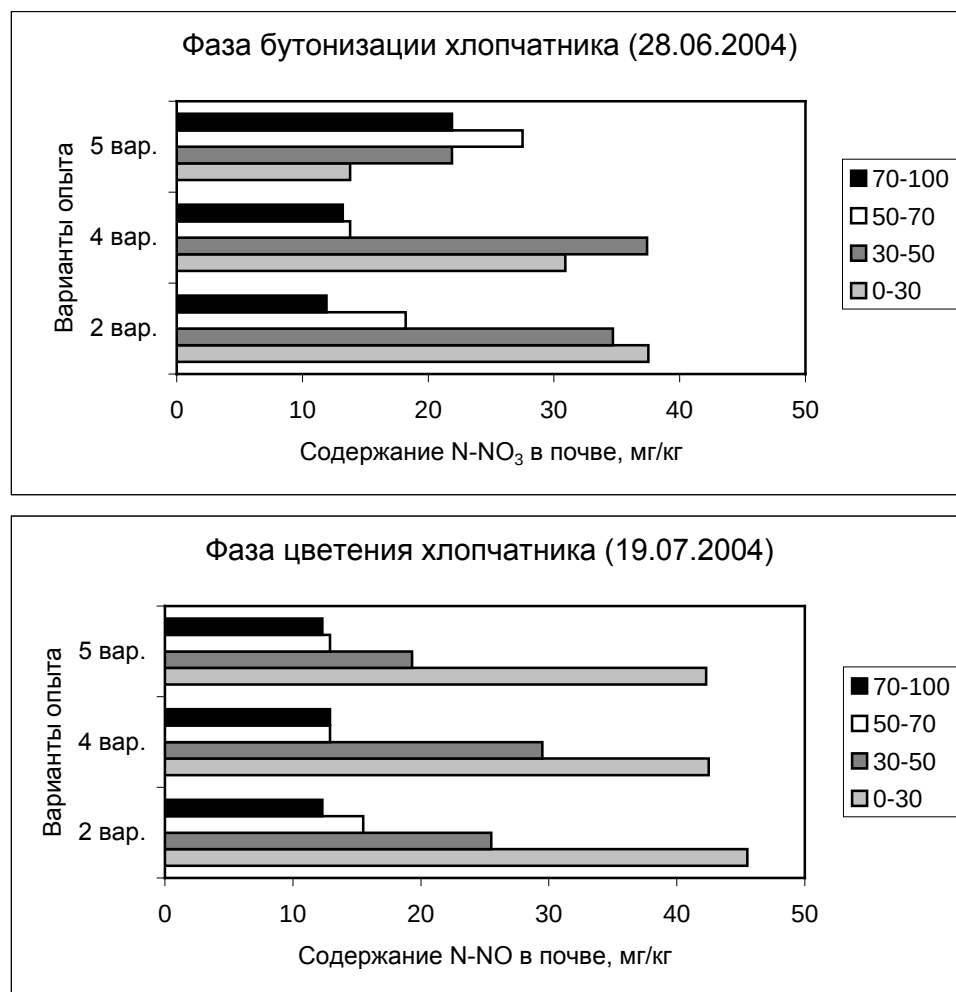


Рис. 5. Содержание $N-NO_3$ в различных слоях почвы в фазах бутонизации и цветения зависимости от норм азота и способов полива хлопчатника, мг/кг

Итак, при капельном орошении, в отличие от бороздкового полива, преобладающее количество $N-NO_3$ в период вегетации хлопчатника мигрирует в 0-50 см слое почвы, что обуславливается частыми и малыми поливными нормами. Усиленное развитие боковых корней растений в верхнем полуметре позволяет растениям более продуктивно использовать влагу и питательные вещества верхних, наиболее плодородных слоев почвы.

Коэффициенты использования азота ^{15}N удобрений хлопчатником по вариантам опыта и годам исследований имели схожую закономерность:

независимо от режима увлажнения почвы коэффициент использования азота растениями снижался с увеличением нормы азота от 150 до 200 кг/га (Рис. 6).

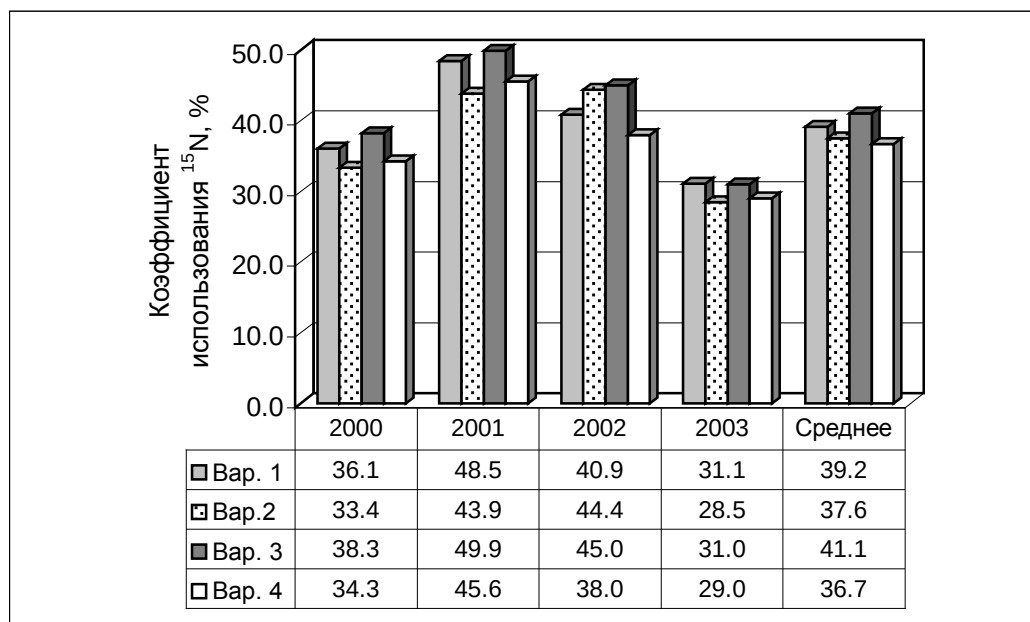


Рис. 6. Коэффициенты использования азота ^{15}N удобрений растениями зависимости от норм азота и режимов орошения хлопчатника, %

Исключением является 2002 год, когда с возрастанием нормы азота повышались и абсолютные, и относительные размеры потребления азота хлопчатником. Одной из причин этого являются слабые темпы реутилизации азота из вегетативных в генеративные органы на 1 варианте опыта (индекс питания 0,36). Поэтому в этом случае содержание N-общего в хлопке-сырце было сравнительно низким (1,2%), чем на других вариантах опыта (~1,5%).

В результате, при капельном способе орошения коэффициент использования азота ^{15}N удобрений хлопчатником в среднем за 4 года колебался в пределах 36,7-41,1% в зависимости от норм N и влажности.

Повышение нормы азота с 150 до 200 кг/га, независимо от режимов орошения, способствовало уменьшению коэффициента использования ^{15}N на 1,6-4,4%. Причем, на фоне режима увлажнения почвы 70-70-60% это снижение было наибольшим. При норме азота 150 кг/га, поливы хлопчатника по предполивной влажности почвы 70-70-60%, способствовали увеличению коэффициента использования ^{15}N растениями на 1,9%, чем при режиме орошения 65-65-60%. При 200 кг N/га изменение режима увлажнения почвы не оказало существенного влияния на потребление N-удобр. хлопчатником.

Сопоставление коэффициентов использования азота ^{15}N удобрений при капельном орошении и бороздковом поливах хлопчатника показало, что при первом способе полива он был больше на 2,9%, чем во втором таковом. Если учесть, что в микроделянке с ^{15}N при бороздковом поливе исключался сброс воды из поля (один из условий эксперимента), то преимущество капельного орошения было бы ещё более очевидным.

При капельном орошении, использование пониженных норм азотных удобрений (150 кг N/га) и жесткого режима влажности (65-65-60% от НВ), или применение одного из этих фактор (когда другой был оптимальным), приводило к снижению продукционного процесса растений. Но степень снижения показателей продуктивности культуры был разным и зависел от характера сочетания этих двух факторов (Рис. 7, Табл. 11).

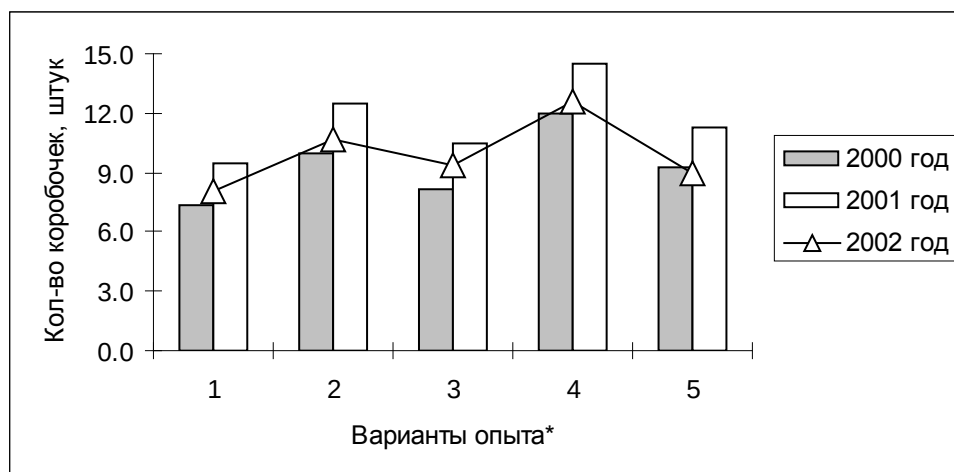


Рис. 7. Количество коробочек на одном растении в конце вегетации хлопчатника в зависимости от норм азота, режимов орошения и способов полива, штук

Таблица 11

Анализ вариации повторяющихся измерений (LSD Alpha 0.1)

Показатель	Эффекты	2000 год	2001 год	2002 год
Количество коробочек	Время (учёты)	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Время*Вариант	0.2468	0.0695	0.3948

В результате, наибольшее количество симподиальных ветвей и полноценных коробочек на одном растении было сформировано при оптимальной норме азота (200 кг N/га) и режиме увлажнения (70-70-65%).

При капельном орошении урожай хлопка-сырца (Табл. 12), в среднем за 5 лет исследований, был наименьшим при пониженной норме азота и жестком режиме орошения (1 вариант опыта). В сравнении с этим, повышение нормы азота до 200 кг N/га на этом же фоне орошения (2 вариант) урожай увеличился на 4,5 ц/га. При сочетании оптимального питательного режима и недостаточной влагообеспеченности растений, который сложился на 2 варианте опыта, по всей вероятности, повышается устойчивость растений против неблагоприятных условий внешней среды (недостатка влаги в почве), и тем самым, возрастает продуктивность культуры. Пониженная норма азота и оптимальный режим орошения (3 вариант), в сравнении с 1 вариантом, способствовали получению 2,5 ц/га прибавки урожая, что статистически было недостоверным.

Таблица 12

Урожай хлопка-сырца в зависимости от норм азотных удобрений и режимов орошения при разных способах полива, ц/га

Номер варианта	Урожай хлопка-сырца по годам исследований					Среднее за 5 лет
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	
1	24,9с*	26,6с	24,1с	29,6d	32,9b	27,6
2	31,2b	32,9ab	28,6b	33,6b	34,0b	32,1
3	26,6с	28,8bc	27,3b	33,7b	34,1b	30,1
4	36,0a	36,7a	31,5a	35,9a	39,0a	35,8
5	29,5b	30,2bc	26,5b	31,8с	32,8b	30,2
*Разница значений с одинаковыми буквами в пределах одного года не достоверна (LSD Alpha 0.1)						

Наибольший урожай хлопка-сырца достигнут на 4 варианте опыта, когда оба изучаемые фактора были оптимальными (200 кг N/га и режим орошения 70-70-60% от НВ). По отношению к другим вариантам с капельным орошением, дополнительный урожай здесь был в пределах 3,7-8,2 ц/га, потребление азота и эффективность водопользования хлопчатником были наибольшими, а расход воды на единицу продукции - наименьшим.

Сопоставление двух способов полива показало, что, в среднем за пять лет экспериментов, урожай хлопка-сырца при капельном орошении был на 5,6 ц/га (18,5%) больше, чем при бороздковом поливе. В последнем случае это также обусловлено относительно меньшими размерами использования азота удобрений, низкой эффективностью водопользования хлопчатником.

Следовательно, при капельном орошении, лучшее питание растений и режим увлажнения почвы достигаются при применении N200P140K100 и 70-70-60% от НВ. При этом по всем параметрам водно-питательного режима хлопчатника, урожаю хлопка-сырца и качеству волокна капельное орошение имело явное преимущество перед бороздковым поливом.

Мобилизационно-иммобилизационный цикл азота в почве, баланс азота удобрений в зависимости от различных соотношений углерода навоза и азота вносимых удобрений на хлопчатнике в условиях староорошаемых типичных серозёмов. Экспериментами установлено, что при совместном использовании минеральных и органических удобрений, неорганические соединения азота в почве подвергаются иммобилизации, величина которой зависела от соотношения углерода навоза к азоту минерального+органического удобрения (C:N). С расширением этого отношения от C:N=3:1 до C:N=16:1 иммобилизация азота удобрений усиливалась, а использование его хлопчатником снижалось. Сравнительно высокая мобильность N в почве в год действия навоза наблюдалась при C:N<6:1, а в первый год последействия навоза – C:N>6:1.

В год действия навоза, процесс биологического поглощения азота носил временный характер, и он высвобождался в доступной для растений форме, начиная с фазы цветения хлопчатника (Рис. 8).

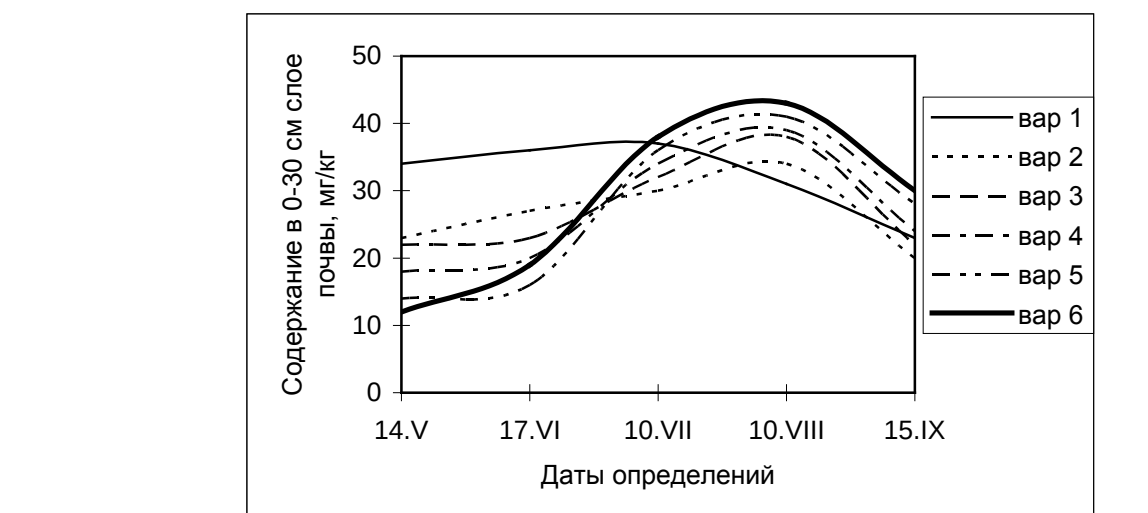


Рис. 8. Динамика содержания минерального азота в почве, мг/кг
(в год действия навоза на полевом опыте)

Иммобилизация азота удобрений имела место и в год первого последствия органического удобрения, но величина его меньше и проявлялась только в начальные фазы развития хлопчатника. Это обусловлено освоением почвенной биотой основной массы свежевнесенного органического материала год его внесения, т.е. в большей степени легко разлагающихся компонентов и меньшей – устойчивых к минерализации частей полуперепревшего навоза.

Временное ограничение подвижности азота в результате процессов иммобилизации имеет важное агроэкологическое значение, поскольку обеспечивается его сохранность к моменту наибольшей потребности хлопчатника в азоте.

Коэффициент использования азота ^{15}N хлопчатником в первый год исследований, при применении N-удобрений на фоне РК (контроль, без внесения органических удобрений) составил около 40%, чуть меньшее количество (37,9%) его терялось и 22,5% от внесенной нормы N закреплялось в почве (Табл.13).

Таблица 13

Баланс азота ^{15}N минеральных удобрений при различных соотношениях C:N во вносимых удобрениях (лизиметрический опыт, год действия навоза)

Номер варианта	Норма азотных удобрений, кг/га	Норма навоза, т/га	Соотношение C:N во вносимых удобрениях	% от внесенного азота удобрений		
				использовано растениями	осталось в почве	неучтенные потери
1	200	-	-	39,6	22,5	37,9
2	180	3,4	3:1	41,4	24,0	34,6
3	160	6,9	6:1	36,0	30,2	33,8
4	140	10,3	10:1	34,4	33,7	31,9
5	120	13,8	13:1	32,2	36,1	31,7

Фон - P140K100. В исходной почве C:N=8:1. в навозе КРС – C:N=32:1.

С расширением отношения углерода навоза к азоту вносимых удобрений от $C:N=6:1$ до $C:N=13:1$ (т.е. при возрастании дозы вносимого навоза в 2-4 раза) использование хлопчатником азота удобрения снижалось на 3,6-7,4% в сравнении с контролем без навоза. Одновременно в этих условиях питания хлопчатника повышалась иммобилизация азота удобрений (на 7,7-13,6%), снижались неучтенные потери азота (на 4,1-6,2%).

Следовательно, между количеством внесенного навоза, величиной иммобилизованного азота минерального удобрения и его потерями существует определенная взаимосвязь: с увеличением нормы вносимого навоза размеры иммобилизации азота удобрений возрастают и до определенного предела снижаются его потери.

Во второй год исследований (в первое последствие навоза), использование хлопчатником азота ^{15}N удобрений, в зависимости от вариантов опыта, составило 7,1-20,8% от внесенного в первый год. При этом с расширением отношения от $C:N=3:1$ до $C:N=13:1$ увеличивались неучтенные потери и коэффициент полезного действия азота на хлопчатник.

В первый год исследований, к концу вегетации растений, составе иммобилизованного азота минеральных удобрений преобладала неотгоняемая фракция трудногидролизуемого азота, относительные размеры которого увеличивались до $C:N=6:1$, а при $C:N>6:1$ оно стабилизировалось.

В год действия навоза, закономерности потребления азота как органами хлопчатника, так целым растением сводились к следующему: наивысшие показатели выявлены при отношении углерода навоза к азоту удобрений $C:N=10:1$. Это обусловлено относительно высоким содержанием минерального N в почве в период наибольшего потребления его хлопчатником. В соответствии с азотом, на этом варианте опыта вынос фосфора и калия также наибольший. Так, например, общий вынос NPK хлопчатником на минеральном фоне (без навоза) равнялся соответственно 5,392; 1,479 и 6,675 г/лизиметр, тогда как при $C:N=10:1$ они составили 6,630; 1,907 и 7,921 г/лизиметр. Чуть меньшие показатели в этом отношении получены при $C:N=6:1$: N - 6,206; P - 1,733 и K - 7,732 г/лизиметр. В год последствия навоза вышеуказанная закономерность в целом сохранялась.

Во всех опытах, в год действия навоза, в фазе бутонизации (01.VII) количество симподиальных ветвей у растений на контроле превышало навозные варианты (Табл. 14). Это, как указывали выше, связано с временной иммобилизацией азота удобрения в почве при внесении навоза.

Во второй половине вегетации хлопчатника, т.е. когда происходило высвобождение ранее поглощенного азота удобрения, наблюдалось большее формирование симподиальных ветвей и накопление коробочек, когда отношение углерода навоза к азоту вносимых удобрений было в пределах $C:N=6-10:1$. Так, в этих вариантах полевого опыта, на 01.IX количество коробочек на 1,4-1,9 штук превышало минеральный фон, и было больше на 0,4-1,3 штук, чем в остальных вариантах опыта с внесением навоза.

Таблица 14

Влияние различных соотношений C:N в удобрениях на количество симподиальных ветвей и коробочек на одном растении

Номер варианта	C:N	Количество симподиев, штук				Количество коробочек, штук			
		действие навоза		последствие навоза		действие навоза		последствие навоза	
		01. VII	01.VIII	01. VII	01.VIII	01.VIII	01.IX	01.VIII	01.IX
Вегетационный опыт									
1	-	5,1a*	9,9ba	4,5c	11,3b	4,2c	8,8b	6,3d	9,0d
2	3:1	4,2b	9,2b	5,3b	12,3a	4,5c	8,8b	6,8dc	9,5dc
3	6:1	4,6ba	10,3a	6,3a	12,3a	4,9ba	9,4a	7,0bc	9,9bc
4	10:1	4,8a	10,6a	4,6c	11,8a	5,3a	9,5a	7,5ba	10,4ba
5	13:1	4,2b	9,0b	5,8ba	12,3a	4,1c	8,1b	7,6a	10,7a
Лизиметрический опыт									
1	-	4,5a	10,2c	4,5a	10,2c	6,8bb	11,6d	6,4c	10,0d
2	3:1	4,2a	11,5ba	4,2a	11,5ba	7,0b	13,2cb	7,6cb	12,2c
3	6:1	4,2a	11,7a	4,2a	11,7a	7,2b	13,5b	7,7b	13,8b
4	10:1	4,3a	12,1a	4,3a	12,1a	8,8a	14,4a	8,3cb	14,0ba
5	13:1	4,3a	10,5bc	4,3a	10,5b	8,7a	12,6c	8,9a	14,6a
Полевой опыт									
1	-	6,2a	10,8bc	5,9d	9,1b	3,6ab	8,0d	3,5b	7,9e
2	3:1	5,8a	10,9bc	6,3cd	9,9a	3,5b	8,9c	3,6ab	8,4d
3	6:1	6,0a	11,4ab	6,4c	9,8a	3,6b	9,4b	3,7ab	8,8c
4	10:1	6,0a	11,9a	6,6bc	10,0a	3,7ab	9,9a	3,9a	9,6a
5	13:1	6,1a	10,8bc	7,0ab	10,4a	3,9a	9,0c	3,8ab	9,0bc
6	16:1	5,9a	10,3c	7,1a	10,3a	3,8ab	8,6c	3,9ab	9,1b
* Разница между значениями с одинаковыми буквами в пределах одного срока измерений не достоверна. (Метод повторяющихся измерений, LSD Alpha 0.1)									

При соотношении C:N>10:1 продукционный процесс растений был менее интенсивным, что объясняется усилением иммобилизации азота удобрений и сравнительно медленной его мобилизацией в период репродуктивного развития хлопчатника. Даже в этом случае, в лизиметрическом и полевом опытах, количество коробочек оставалось большим на навозных вариантах (на фоне NPK), чем на одном минеральном фоне.

В первый год последствия навоза, в вегетационном и лизиметрическом опытах, количество коробочек на одном растении возрастало с расширением соотношения от C:N=3:1 до C:N=13:1.

В результате, различные сочетания азотных удобрений и навоза, следовательно, разные соотношения углерода и азота в годовой норме удобрений оказали неодинаковое влияние на урожай хлопка-сырца (Табл.15).

Таблица 15

Урожай хлопка-сырца в зависимости от различного сочетания азота минеральных удобрений и навоза, ц/га. Полевой опыт, 1992-1993 гг.

Номер варианта	$N_{\text{мин.уд.}}:N_{\text{навоза}}, \%$	C:N	1992 г	1993 г	Среднее за 2 года
1	100:0	-	30,5d*	30,0e	30,3
2	90:10	3:1	32,1cb	31,7d	31,9
3	80:20	6:1	33,2b	32,4c	32,8
4	70:30	10:1	34,8a	35,1a	35,0
5	60:40	13:1	32,1cb	34,0b	33,1
6	50:50	16:1	31,8cd	34,3b	33,1
<i>E, ц/га</i>			0,57	0,38	
<i>P, %</i>			1,7	1,2	
*Разница значений с одинаковыми буквами статистически не достоверна. (Anova Linear, LSD Alpha 0.1)					

В годы действия и 1-го последствия навоза, наибольший урожай хлопка-сырца с хорошими технологическими свойствами волокна обеспечивался в случае совместного применения минеральных и органических удобрений, когда соотношение масс углерода навоза к азоту вносимых удобрений составляло C:N=10:1.

Влияние сроков внесения азотных удобрений на азотное состояние почвы, потребление N и продуктивность хлопчатника при его возделывании с использованием полиэтиленовой плёнки. Исследованиями установлено, что при возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки, в почве складывается отличный режим минерального азота в почве, чем при обычной технологии выращивания хлопчатника. Так, на 1 и 2 вариантах опыта, в которые не вносили азотные удобрения в предпосевный период или при посеве хлопчатника, содержание почвенного N-NH₄ на 5-й день после сева семян было равным или слегка превышало N-NO₃ (Рис 9).

При внесении азота в упомянутые периоды содержание N-NH₄ в почве было в 2-3 раза больше чем N-NO₃, что связано с замедлением процесса нитрификации из-за повышенной влажности почвы под плёнкой.

В зависимости от дозы внесённого азотного удобрения в предпосевной и посевной периоды хлопчатника, содержание N-NH₄ в почве существенно различалось по вариантам опыта. Так как в вариантах 1 и 2 не были внесены азотные удобрения в указанные периоды, то в образцах почвы, отобранных на линии сева семян и на расстоянии 5-, 10- и 30- см от нее, содержание аммонийной формы азота в 0-40 слое не превышало 17 мг/кг (Рис.10).

При внесении 50 кг N/га в допосевной или посевной периоды (варианты 3 и 4) содержание N-NH₄ в 0-40 см слое почвы варьировало в пределах 23,2-33,8 мг/кг и 26,5-38,8 мг/кг, соответственно. В вариантах 4-6 содержание N-NH₄ в образцах почвы отобранных с линии посева семян, на расстоянии 5 см от нее и с середины междурядья не превышало 40 мг/кг.

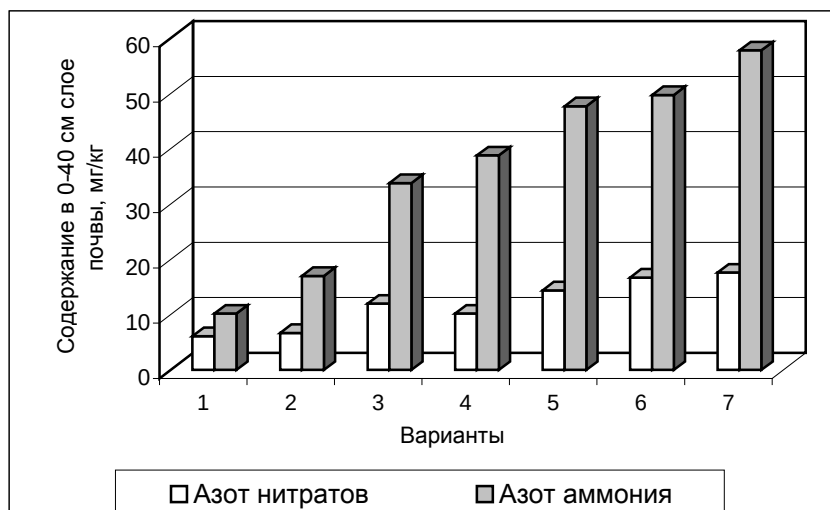


Рис. 9. Содержание N-NO₃ и N-NH₄ в 0-40 см слое почвы на 5-й день после сева хлопчатника, мг/кг (Орошаемая луговая почва¹, 2000 г)

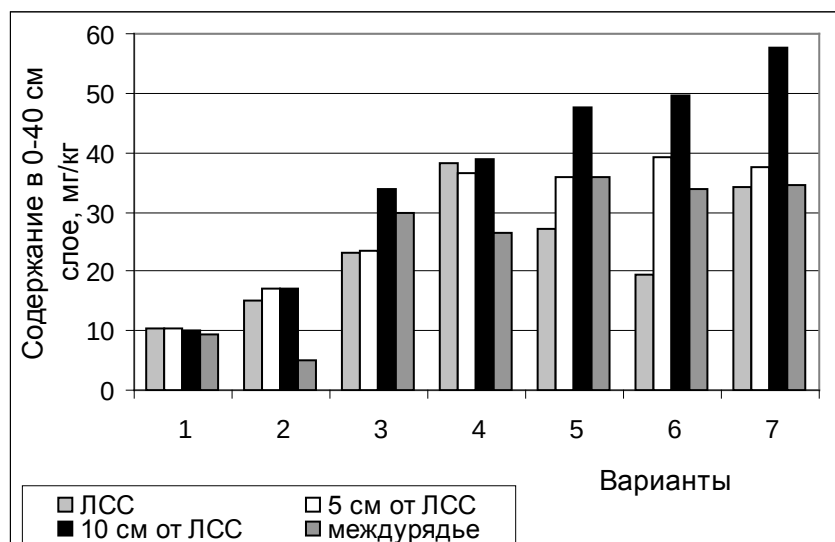


Рис. 10. Содержание N-NH₄ в почвенных образцах, отобранных на 5-й день после посева с линии сева, 5, 10 см от него и центра междурядья, мг/кг (Орошаемая луговая почва, 2000 г)

¹ Образцы почв отобраны на расстоянии 10 см от линии посева семян;

- о Вар. 1 – без плёнки, N200P140K100; 50 кг/га азота в фазе 3-4 настоящих листьев, по 75 кг/га азота в бутонизацию и цветение хлопчатника;
- о Вар. 2 – с плёнкой, N200P140K100; годовая норма N использована как в 1 вар.
- о Вар. 3 – с плёнкой, N200P140K100; 50 кг/га азота перед севом, по 75 кг/га азота в бутонизацию и цветение хлопчатника;
- о Вар. 4 - с плёнкой, N200P140K100; 50 кг/га азота одновременно с севом, по 75 кг/га азота в бутонизацию и цветение хлопчатника;
- о Вар. 5 – с плёнкой, N200P140K100; 100 кг/га азота при посеве, по 50 кг/га азота в бутонизацию и цветение хлопчатника;
- о Вар. 6 – с плёнкой, N200P140K100; 150 кг/га азота при посеве, 50 кг/га азота в цветение хлопчатника;
- о Вар. 7 – с плёнкой, N200P140K100; 200 кг/га азота одновременно с севом.

На этих же вариантах опыта и в 10 см от линии сева семян содержание N-NH₄ увеличивалось с 38,8 до 57,8 мг/кг. Характер содержания N-NH₄ в почвенных образцах оставался таким же и на 10-й день после посева. Содержание N-NH₄ и N-NO₃ на 1-3 вариантах опыта было близким, а в таковых 4-7 соотношение форм минерального азота N-NH₄:N-NO₃ изменялось от 65:35 до 88:12. Иными словами, принимая сумму N-NH₄ и N-NO₃ за 100%, в 0-40 см слое почвы 1-3 вариантов, содержание N-NO₃ составляло 48-60%, а количество N-NH₄ - 40-52%. В вариантах 4-7 количество N-NH₄ и N-NO₃ колебалось в пределах 12-35% и 65-88%, соответственно.

Изучение динамики появления всходов показало, что при посевном использовании азотных удобрений в дозе >100 кг/га снижается интенсивность прорастания семян (Табл. 16). Это объясняется тем, что при высоких посевных дозах азотных удобрений происходит повышение осмотического давления почвенного раствора, чрезмерное насыщение тканей растений азотом, в них накапливается свободный аммиак, который оказывает токсическое действие на организм хлопчатника. В результате нарушается питательный режим, процессы синтеза и продукционный цикл растений.

Таблица 16

Динамика появления всходов хлопчатника, % (Орошаемая луговая почва)

Варианты опыта	Сроки определений в 1998 году				
	04.IV	07.IV	10.IV	13.IV	16.IV
1	Без плёночного покрытия посев произведен 20 апреля				
2	14b*	44d	80b	97a	100a
3	15ab	48a	80b	87b	100a
4	14b	45cd	83ab	95a	100a
5	17a	47ab	84a	98a	100a
6	15ab	47ab	83ab	88b	94b
7	14b	46bc	84a	87b	93b

*Разница значений с одинаковыми буквами в пределах одного срока учётов не достоверна.
Статистика: Метод повторяющихся измерений (LSD Alpha 0.1)

Определение динамики минерального азота в почве в период вегетации хлопчатника показало, что через три-четыре недели после посева, т.е. в фазе 2-4 настоящих листьев и в последующие периоды развития хлопчатника, содержание N-NO₃ в почве увеличивалось. Это обусловлено усилением нитрификационного процесса вследствие улучшения гидротермических условий в почве и сроками внесения азотных удобрений. А содержание N-NH₄ в почве уменьшалось и не различалось между вариантами опыта.

В первый период развития хлопчатника, вследствие низкой обеспеченности почвы опытного участка подвижным фосфором, соотношение в почве доступных для растений форм азота и фосфора было в пределах N:P₂O₅ = 1: 0,5-1,4. Исключением из этого являются 6 и 7 варианты опыта, где соотношение подвижного азота к фосфору составило N:P₂O₅ = 1:

0,3-0,6. В последнем случае это объясняется повышенными количествами минерального азота и низким (в некоторых случаях очень низким) содержанием подвижного фосфора в почве.

Во второй половине вегетации растений, особенно в период максимальной потребности хлопчатника в азотной пище, содержание минерального азота в почве на 6 и 7 вариантах опыта было сравнительно низким. Например в период цветения, содержание $N-NO_3 + N-NH_4$ в 0-50 см слое почвы колебалось в пределах 10-16 мг/кг, когда на других вариантах оно доходило до 37 мг/кг. Поэтому, в случае припосевного внесения 150 и 200 кг/га N установлено нарушение оптимального соотношения N:P в почве.

Исследованиями в условиях староорошаемых типичных серозёмов выявлено, что в зависимости от изучаемых факторов и года проведения исследований, в общем выносе N растениями 28,2-66,3% составлял азот удобрений. Вне зависимости от способов выращивания хлопчатника, доля азота удобрений в общем выносе азота растениями азота возрастала на 6,1 – 7,8% в случае припосевного внесения 4 г/лизиметр азота (50 кг N/га), чем 8 г/лизиметр N (100 кг N/га), а остальной дозы равными частями в бутонизацию и начале цветения хлопчатника.

Коэффициент использования азота растениями был выше в среднем на 6,7-8,2% в вариантах с плёночным покрытием рядков, чем без него (Рис.11).

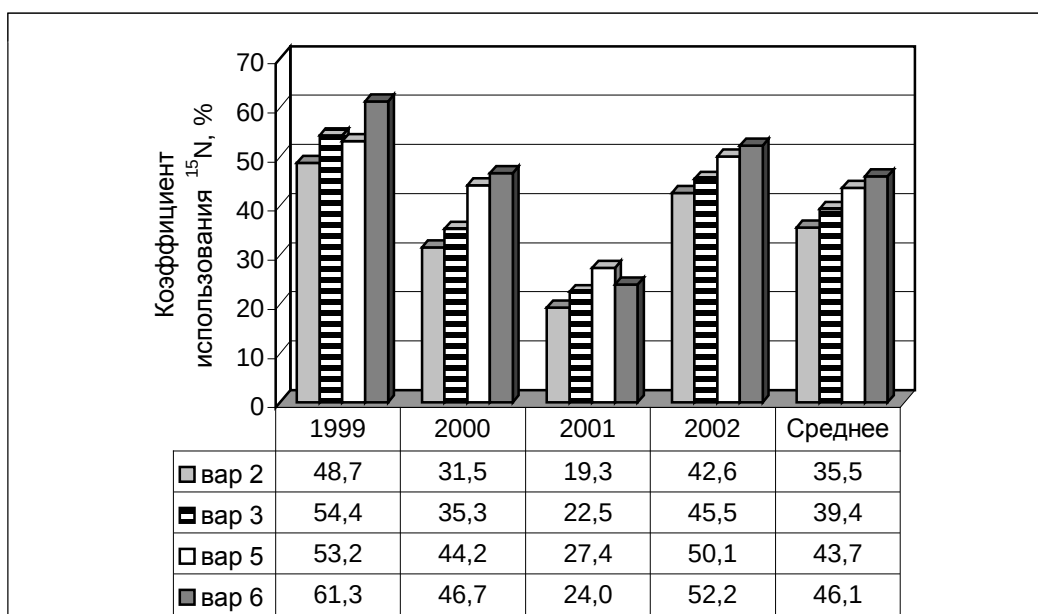


Рис. 11. Коэффициенты использования азота ^{15}N удобрения хлопчатником в зависимости от сроков внесения N и способов возделывания хлопчатника, % (Староорошаемый типичный серозем¹)

¹ Вар. 2 – Без плёнки, 50 кг N/га с севом, по 75 кг N/га в бутонизацию и начале цветения хлопчатника;
 Вар. 3 – Без плёнки, 100 кг N/га с севом, по 50 кг N/га в бутонизацию и начале цветения хлопчатника;
 Вар. 5 – С плёнкой, 50 кг N/га с севом, по 75 кг N/га в бутонизацию и начале цветения хлопчатника;
 Вар. 6 – С плёнкой, 100 кг N/га с севом, по 50 кг N/га в бутонизацию и начале цветения хлопчатника;

В случае использования плёнки и припосевном внесении 8 г N/лизиметр, а остальной дозы азота равными частями в бутонизацию и цветение хлопчатника это превышение составило в среднем 2,4%, чем при тех же сроках внесения удобрения, но разных дозах 4:6:6 г N/лизиметр.

При выращивании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки и разных допосевных и посевных дозах N, урожай возрастал от 34,6 ц/га до 41,2 ц/га (Табл. 17). Наибольшие урожаи хлопка-сырца с достоверной прибавкой (6,2-8,3 ц/га) получены на 3-5 вариантах опыта. Разница в урожае между этими тремя вариантами статистически не подтверждена. Поэтому урожаи на 3-5 вариантах опыта следует считать равновеликими.

Таблица 17

Влияние способов выращивания хлопчатника и сроков внесения азотных удобрений на урожай хлопка-сырца, ц/га (Орошаемая луговая почва)

Номер варианта	Урожай по годам эксперимента			Среднее за 3 года	Прибавка урожая
	1998 г.	1999 г.	2000 г.		
1	31,7	34,7	32,2	32,9	-
2	36,2	37,8	38,0	37,3	4,4
3	38,7	40,3	38,6	39,2	6,3
4	39,8	40,8	36,6	39,1	6,2
5	40,7	43,8	39,2	41,2	8,3
6	35,3	36,1	35,2	35,5	2,6
7	34,2	35,5	34,1	34,6	1,7
<i>HCP₀₅ (ц/га)</i>	4,39	4,56	4,04		

Итак, наши исследования в условиях орошаемых почв серозёмного пояса показали, что при выращивании хлопчатника с применением полиэтиленовой плёнки, интенсивный продукционный процесс растений, равновеликие урожаи и улучшение качества хлопка-сырца достигаются при разных, но оптимальных сроках применения азотных удобрений: 50 кг/га перед/при севе, по 75 кг/га в бутонизацию или начале цветения растений; или 100 кг N/га одновременно с севом под плёнку, по 50 кг N/га в бутонизацию и начале цветения хлопчатника.

Математические модели урожая хлопка-сырца. С использованием метода многофакторного статистического анализа и множественной регрессии созданы математические модели для прогнозного расчета урожая хлопка-сырца в зависимости от изученных в опытах факторов. Например, модель для расчета урожая хлопка-сырца в зависимости от дозы азота и оросительной нормы (при орошении через борозду и внесении азотных удобрений в поливаемые междурядья) выглядит так:

$$Y = 46,0088 + 0,0593x_1 - 0,0044x_2$$

y – урожай хлопка-сырца, ц/га

46,0088 – константа (intercept)

x₁ – годовая норма азота под хлопчатник, кг/га

x₂ – оросительная норма, м³/га

При этом:

$R^2 = 0,9428$ (Коэффициент корреляции); $CV = 4,8640$ (Коэффициент вариации)

$Pr > F = <0,0001$ (Достоверность модели)

Степень влияния факторов на коэффициент корреляции

($R^2 = 0,9428$; оценочные факторы стандартизированы)

Факторы	Вклад фактора в R^2		Коэффициент Фишера	Достоверность $Pr > F$
	фактически	%		
Норма азота, кг/га	0,9061	96,1	328,24	<0,0001 (***)
Оросительная норма, м ³ /га	0,0367	3,9	21,16	<0,0001 (***)

Коэффициент корреляция между фактическими и рассчитанными по данной модели урожаями хлопка-сырца составила 0,96 ($Pr > F = <0,0001$).

ВЫВОДЫ

1. Многовековая культура орошаемого земледелия подвела определенные коррективы в прохождении естественных процессов мобилизации и иммобилизации минеральных и органических соединений элементов питания почвы. Немалую роль в этом сыграло интенсивное применение минеральных и органических удобрений, которые являются доминирующим фактором в определении состояния плодородия почв. Следовательно, на данном этапе развития земледелия можно говорить о том, что, воздействуя на почву путем применения удобрений, орошения и других агротехнических приёмов можно изменять почвенные процессы в том направлении, которые соответствуют требованиям возделываемой культуры.

2. На орошаемых автоморфных почвах при высокой насыщенности почвы нитратным азотом (>30 мг/кг $N-NO_3$ в 0-40 см слое) весной, в посевной период, в проростках хлопчатника накапливаются избыточные количества нитратных и аммиачных форм азота. В результате нарушения процессов синтеза в растениях накапливается свободный аммиак, который оказывает токсическое влияние на хлопчатник.

Избыточное содержание азота нитратов во внешней среде в период вегетативного и репродуктивного развития хлопчатника нарушает условия сбалансированного поступления питательных веществ, синтеза и распада органоминеральных соединений в растениях, снижает продукционный процесс. Это происходит при весенних запасах нитратного азота в метровом слое почвы >300 кг/га и внесении высоких норм азотных удобрений под хлопчатник.

3. При различных уровнях $N-NO_3$ в почве, получение равных урожаев хлопка-сырца достигается при дифференцированном применении норм и сроков внесения азотных удобрений под хлопчатник в зависимости от содержания подвижного азота в почве. При этом, как правило, создаётся оптимальное количество и соотношение подвижных форм NPK в почве.

Листовая диагностика, проводимая экспресс-методом непосредственно в полевых условиях портативными приборами (SPAD-502, Field Scout CM-1000, CCM-200, Green Seeker и др.), способна установить необходимую дозу азота для подкормки хлопчатника в период его вегетации.

4. В условиях орошаемых типичных серозёмов, при проведении всех поливов хлопчатника через борозду, внесение азота только в поливаемые междурядья (при уклоне поля $<0,001^0$) создаёт сравнительно лучший питательный режим и водно-физические свойства почвы. При этом отмечается увеличение накопления массы и поглощающей поверхности корневой системы, что способствует более полному использованию питательных веществ и интенсивному развитию надземной части хлопчатника.

5. При поливах хлопчатника через борозду и внесении азотных удобрений в поливаемые междурядья, в сравнении с применением удобрения и орошения в каждую борозду, возрастает потребление N хлопчатником и ускоряется реутилизация его из вегетативных частей растений в плодовые органы, улучшается продукционный процесс растений и обеспечивается получение 2,5 ц/га дополнительного урожая хлопка-сырца.

6. Капельное орошение является действенным средством повышения эффективности поливной воды и азотных удобрений на хлопчатнике в условиях орошаемых почв серозёмного пояса. Оптимальное питание растений и режим увлажнения почвы создаются при применении N200P140K100 и 70-70-60% от НВ соответственно.

7. При совместном использовании азотных и органических удобрений, неорганические соединения азота в почве подвергаются иммобилизации; процесс носит временный характер и усиливается с расширением соотношения углерода навоза к азоту вносимых удобрений (C:N). Временное ограничение подвижности азота в результате процессов иммобилизации имеет важное агроэкологическое значение, поскольку обеспечивается его сохранность к моменту наибольшей потребности хлопчатника в азоте.

С расширением соотношения от C:N=6:1 до C:N=13:1 коэффициент использования хлопчатником азота удобрения снижается на 5,4-9,2%, а закрепление его в почве повышается на 6,2-12,1%. Потери азота снижаются с расширением отношения C:N, а при C:N $\geq$ 10:1 они стабилизируются. В первое последствие навоза, коэффициент использования и неучтенные потери азота, внесенного в первый год опыта, повышаются с расширением соотношения C:N. В год действия навоза к концу вегетации хлопчатника в составе иммобилизованного азота преобладает неотгоняемая фракция трудногидролизуемого азота (74,6-80,4% от всего иммобилизованного количества в период цветения-плодообразования).

8. В годы действия и 1-го последствия навоза, наибольший урожай хлопка-сырца (порядка 35 ц/га) с хорошими технологическими свойствами волокна обеспечивается, когда соотношение углерода навоза к азоту

вносимых удобрений составляет $C:N=10:1$. При таком сочетании минеральных и органических удобрений повышается экономическая и экологическая эффективность используемых удобрений.

9. На орошаемых почвах серозёмного пояса, при возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки, в почве складывается отличный режим минерального азота в почве, чем при обычной технологии выращивания хлопчатника. При посевном внесении 50-100 кг/га азота под плёнку содержание $N-NH_4$ в почве в период всходов и начального развития хлопчатника в 2-3 раза превышает количество почвенного $N-NO_3$. Посевное внесение >100 кг N/га одновременно с покрытием рядков полиэтиленовой плёнкой приводит к избыточному азоту в среде и повышению концентрации почвенного раствора. При этом нарушается оптимальное соотношение подвижных форм NPK в почве и естественный ход процессов синтеза в растительном организме. В результате, в тканях растений накапливается свободный аммиак, который оказывает токсичное влияние на интенсивность прорастания семян, снижает продукционный процесс хлопчатника в целом.

10. При выращивании хлопчатника с применением полиэтиленовой плёнки, коэффициент использования хлопчатником азота удобрений на 6,7-8,2% выше, чем при обычной технологии его возделывания (без плёнки). При плёночном покрытии рядков, внесении 100 кг/га азота при севе, по 50 кг N/га в бутонизацию и начале цветения, коэффициент использования азота увеличивался на 2,4%, чем при внесении азотных удобрений в те же сроки, но разных дозах: 50-75-75 кг/га от годовой нормы. Но в последнем случае, в сравнении с первым таковым, доля азота удобрений в общем выносе азота хлопчатником выше на 6,1–7,8%.

11. Применение основной дозы (150 кг N/га) или всей годовой нормы азота (200 кг/га) одновременно с севом под плёнку приводит к чрезмерному потреблению азота хлопчатником в первой половине вегетации, и существенному снижению темпов роста продуктивности азота в период его репродуктивного развития. В этих случаях значительно замедляется скорость транслокации азота из вегетативных частей в плодовые органы хлопчатника.

При возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки, лучший продукционный процесс растений и индексы урожая, наибольшие и достоверно равные урожаи хлопка-сырца с хорошим качеством волокна достигаются при следующих сроках и дозах применения азотных удобрений ($N_{200}P_{140}K_{100}$): 50 кг/га перед/при севе, по 75 кг/га в бутонизацию и начале цветения растений; или 100 кг N/га одновременно с севом под плёнку, по 50 кг N/га в бутонизацию и цветение хлопчатника.

12. Метод многофакторного статистического анализа и множественной регрессии позволяет создать математические модели зависимости изученных в исследованиях факторов, при этом урожай хлопка-сырца можно прогнозировать с точностью 70-96%.

Предложения производству

1. Для автоморфных почв зоны хлопкосеяния Узбекистана предлагается применение дифференцированных норм азотных удобрений под хлопчатник в зависимости от запасов азота нитратов в метровом слое почвы. В дополнение к этому разработаны номограммы на основе листовой диагностики для дифференциации доз и сроков внесения азотных удобрений по фазам развития хлопчатника (применительно ко всем почвам). Содержание общего азота в листьях хлопчатника при этом измеряется с помощью портативных приборов типа Minolta SPAD-502, CCM-200, Field Scout CM-1000, Green Seeker непосредственно в полевых условиях.

2. На орошаемых типичных серозёмах с уклоном не более $0,001^0$, при проведении поливов хлопчатника через борозду, азотные удобрения рекомендуется вносить только в поливаемые междурядья. При этом 25% годовой нормы азота вносится перед севом, а оставшая доза равными частями в бутонизацию и начале цветения хлопчатника.

3. На орошаемых типичных серозёмах, при совместном внесении азотных удобрений и навоза под хлопчатник, следует учитывать содержание азота в навозе. Рекомендованное соотношение азота минерального удобрения и навоза в годовой норме составляет $N_{\text{мин.уд.}} : N_{\text{навоза}} = 70:30$ (70% от годовой нормы азота вносится за счёт минеральных удобрений, а 30% в составе навоза). Например, при общей годовой норме 200 кг N/га, согласно рекомендации доза азотных удобрений под хлопчатник составит 140 кг/га. При этом норма полуперепревшего навоза с влажностью 50-70% и содержанием 0,4-0,7% общего азота равняется 9-15 т/га. Такой способ использования минеральных и органических удобрений выгоден как с экономической, так и экологической точек зрения.

4. На орошаемых почвах серозёмного пояса, при выращивании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки и годовой норме азота 200 кг/га, рекомендуется использование 25% N до посева или 25-50% N при севе, а остальной дозы азота равными частями в две подкормки (бутонизация и начало цветения) хлопчатника.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

I. Статьи, опубликованные в научных журналах:

1. Охотник С.Г., Никифорова Е., Халилова М., Ибрагимов Н.М. Клейкость волокна: причины, её вызывающие//Ж. Хлопок – Москва, 1989. - №1. - С. 32-33.

2. Иброҳимов Н.М., Пирохунов Т.П. Ғўзада азотли ўғитларни қўллаш усуллари ва суғориш технологияларини самарадорлиги// Ж. Пахтачилик. – Тошкент, 1996. - № 3. - 15-19 б.

3. Пирохунов Т.П., Иброҳимов Н.М., Рўзимов Ж.Ш. Ғўзада азотли ўғитлар билан бирга ғўнг қўллашнинг самарали усули//Ж. Пахтачилик. – Тошкент, 1996. - № 4. - 6-9 б.
4. Ибрагимов Н., Пирахунов Т. Азот билан дерс билеликде берленде (Совместное использование азота и навоза)//Ж. Turkmenistanyn oba hojalygy (Сельское хозяйство Туркменистана). – Ашхабад, 1997. - № 1-2. - С. 32-33.
5. Иброҳимов Н.М. Ўғитлардан оқилона фойдаланайлик// Ж. Пахтачилик ва дончилик. – Тошкент, 1997. - № 4. - 27-29 б.
6. Ибрагимов Н.М. Повысить эффективность удобрений//Ж. Сельское хозяйство Узбекистана. – Ташкент, 1997. - № 5. - С. 2-3.
7. Ибрагимов Н.М. Органик ўғитлар ва тупрокдаги минерал азотнинг динамикаси//Ж. Пахтачилик ва дончилик. – Тошкент, 1998. - № 1. - 24-27 б.
8. Иброҳимов Н., Қодирхўжаева М., Мирзаев Л. Азотли ўғитлар. Уларни чигит плёнка остига экилган ғўза парваришида қўллаш//Ж. Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. – Тошкент, 2001. - № 1. - 41-42 б.
9. Tsoy Z.I., Ibragimov N.M., Mirzaev L. Efficiency of nitrogen fertilizer application time on cotton plant with the use of polyethylene film// J. Bulletin of “TINBO”. – Tashkent, 2001. - No 1. - Pp. 58-60.
10. Kamilov B., Ibragimov N., Esanbekov Y., Steven Evett and Lee Heng. Drip Irrigated Cotton: Irrigation Scheduling Study by Use of Soil Moisture Probe //J. International Water and Irrigation. – USA, 2003. - Vol. 23. - No 1. - Pp. 38-41.
11. Ибрагимов Н.М. Аккумуляция минерального азота в почве в период всходов в зависимости от сроков внесения удобрений и способов возделывания хлопчатника// Ж. Биологические науки Казахстана. – Павлодар, 2004. - № 2. - С. 17-26.
12. Ибрагимов Н.М. Питательный режим почвы при разных сроках внесения удобрений и возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки// Ж. Вестник аграрной науки Узбекистана. – Ташкент, 2004. - № 3. - С. 10-14.
13. Ибрагимов Н.М. Использование растениями азота ^{15}N при разных сроках внесения удобрений и возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки //Ж. Вестник Каракалпакского отделения АН РУз. – Нукус, 2005. - № 1-2. - С. 25-27.
14. Ибрагимов Н.М. Питательный режим почвы и продуктивность хлопчатника при совместном использовании азотсодержащих минеральных и органических удобрений//Ж. Биотехнология.– Алматы, 2005.- № 2. - С.57-63.
15. Ибрагимов Н.М. Влияние норм азотных удобрений на поступление азота ^{15}N в растения при капельном орошении хлопчатника//Ж. Вестник Каракалпакского отделения АН РУз. – Нукус, 2005. - № 3-4. - С. 55-56.
16. Ибрагимов Н.М., Рўзимов Ж., Жуманиёзова Ю., Рюккер Г. Азотли ўғитлар самарадорлиги//Ж. Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. – Тошкент, 2006. - №9. - 30-31 б.

17. Ибрагимов Н., Рузимов Ж. Азот и навоз на хлопчатнике //Ж. Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. – Тошкент, 2006. - №12. - С. 38-39.

II. Статьи, опубликованные в научных сборниках и тезисы докладов научных конференций и симпозиумов:

18. Ибрагимов Н.М. Об эффективности азотных удобрений на хлопчатнике в зависимости от запасов нитратного азота в почве// Респ. конф. по повышению эффективности интенсивной технологии возделывания культур хлопкового комплекса (2-3 марта 1989, Андижан) : Тез. докл. – Ташкент, 1989. - С. 113-114.

19. Разыков К.М., Ибрагимов Н., Очилов Э. Картограмма по содержанию нитратного азота в почве//Актуальные вопросы аграрной политики партии на современном этапе: Тез. докл. Андижанской обл. науч. прак. конф. – Андижан, 1989. - С. 56-58.

20. Ибрагимов Н.М. Влияние доз азотных удобрений на заболеваемость хлопчатника вилтом в зависимости от обеспеченности почвы нитратным азотом// Проблемы повышения плодородия почв в условиях интенсивного земледелия: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. посвящ. 70-летию ИПА АН УЗССР. – Ташкент, 1990. - С. 135.

21. Ибрагимов Н.М. Влияние нитратов в почве на всхожесть семян хлопчатника//Проблемы повышения эффективности НИР в сфере АПК: Тез. докл. школы молодых учёных и специалистов (4-6 декабря 1989, САО ВАСХНИЛ) - Ташкент, 1991. - С. 27-28.

22. Ибрагимов Н.М. Ғўза ҳосилдорлиги ва тупрокдаги нитратли азот миқдорларининг ўзаро корреляцион боғлиқлиги// Ғўза ва йўлдош экинларни ўғитлаш ҳамда тупроқ унумдорлиги: «Пахта» ИИЧБ асарлар тўплами.- Тошкент, 1992. - 6-9 б.

23. Ибрагимов Н.М. Интенсивность прорастания семян хлопчатника в зависимости от концентрации азота нитратов в почве//Пути повышения продуктивности культур хлопкового комплекса: Труды аспирантов и молодых учёных СоюзНИХИ, вып. VI. – Ташкент, 1992. - С. 11-13.

24. Иброҳимов Н.М., Рўзимов Ж.Ш. Ғўза ўсимлигида маъдан ва маҳаллий ўғитларни биргаликда қўллашнинг самарали усули//Ғўза агротехникаси, минерал ва органик ўғитлардан самарали фойдаланиш асослари: ТошДАУ илмий мақолалар тўплами. – Тошкент, 1994. - 45-46 б.

25. Иброҳимов Н.М., Рўзимов Ж.Ш., Раджабов Б.Б. Пахта ҳосилини шаклланишида маъдан ва маҳаллий ўғитлар таркибидаги азотни турли нисбатлари//Қишлоқ хўжалик экинларини ҳосилдорлиги ва сифатини оширишнинг илмий асослари: ТошДАУ илмий мақолалар тўплами.- Тошкент, 1995. - 38-40 б.

26. Иброҳимов Н.М., Рўзимов Ж. Ғўзада азотли ўғитлар ва гўнгни биргаликда қўллашнинг самарали усули//Пахта мажмуидаги зироатлр

етиштириш технологиясининг аҳволи ва ривожлантириш истиқболлари: Халқаро анжуманнинг илмий мақолалар тўплами (20-22 август 1996 йил, Фарғона) – Тошкент, 1996. - 63-67 б.

27. Evett S., Ibragimov N. et al. Soil moisture neutron probe calibration and use in five soils of Uzbekistan // 17-World Congress of Soil Science: Abstract (14-21 August 2002, Bangkok) – Thailand, 2002, Symposium 59, Paper 839. - P. 1794.

28. Ибрагимов Н.М., Тиллябеков Б.Х., Мирзаев Л. К вопросу баланса азота удобрений на хлопчатнике возделываемого под плёнкой//Ўза ва кузги бўғдойнинг парваришдаш агротехнологияларини такомиллаштириш: Докл. междунар. науч. прак. конф. (24-25 декабря 2002, УзНИИХ) – Ташкент, 2003. - С. 18-22.

29. Ibragimov N, Evett S., Esanbekov Y., Kamilov B., Lee Heng. Cotton and Winter Wheat Irrigation Scheduling Improvements in Uzbekistan//Understanding & addressing conservation & recycled water irrigation: Proc. IA Int. Conf. (Nov. 2003, USA) – San-Diego, 2003. CD-ROM.

30. Ибрагимов Н.М. Поглощение азота и продуктивность хлопчатника в зависимости от способов внесения азотных удобрений и технологий полива//Проблемы развития хлопководства и зерноводства: Матер. междунар. науч. прак. конф. (7-9 сентября 2004, УзНИИХ) - Ташкент, 2004. - С. 154-156.

31. Ибрагимов Н.М. Оптимальные уровни применения минерального и органического азота под хлопчатник на орошаемых типичных серозёмах //Проблемы развития хлопководства и зерноводства: Матер. междунар. науч. прак. конф. (7-9 сент. 2004, УзНИИХ). – Ташкент, 2004. - С. 159-162.

32. Ибрагимов Н.М. Азотное состояние почвы и продуктивность хлопчатника при совместном использовании азотных и органических удобрений// Сборник матер. Междунар. науч. конфер. посвящённой 90-летию проф. М.У.Умарова (9-10 сент. 2004, ГосНИИПА)- Ташкент, 2004.-С.181-186.

33. Ibragimov N., Evett S., Kamilov B. Soil water balance of wheat and cotton in Uzbekistan by neutron probe//Annual Meeting of ASA-CSSA-SSSA. Division S01: Abstract No 4091 (31 Oct. - 04 Nov. 2004, USA) - Seattle, 2004. CD-ROM.

34. Kamilov B., Evett S., Ibragimov N. Neutron moisture meter calibration in soils of Uzbekistan//Annual Meeting of ASA-CSSA-SSSA. Division A03: Abstract No 4090 (31 Oct. - 04 Nov. 2004, USA) - Seattle, 2004. CD-ROM.

35. Ибрагимов Н.М. Иммобилизационно-мобилизационные превращения азотных удобрений в староорошаемом типичном серозёме//Научные основы развития хлопководства и зерноводства в фермерских хозяйствах: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. (5-6 мая 2006, УзНИИХ) – Ташкент, 2006. - С. 352-356.

36. Ибрагимов Н.М., Мирзаев Л.А., Ибрагимов Т. Сроки внесения азота в зависимости от способов выращивания хлопчатника: Статистический анализ данных//Научные основы развития хлопководства и зерноводства в

фермерских хозяйствах: Матер. Междунар. науч.-практ. конфер. (5-6 мая 2006, УзНИИХ) – Ташкент, 2006. - С. 356-360.

37. Ибрагимов Н.М. Определение дозы азота для подкормки хлопчатника на основе листовой диагностики//Агрохимические приёмы повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтных системах земледелия: Матер. 40-ой Междунар. науч. конфер. (19-20 апреля 2006 г., ВНИИПА) - Москва, 2006. - С. 148-151.

III. Изданные практические рекомендации:

38. Хасанов Э.М., Курбанбаев К.К., Усманова Р.Ф., Исаев Р.И., Зеленин Н.Н., Ибрагимов Н.М. и др. Практические рекомендации по сельскому хозяйству: земля, вода, удобрения. – Ташкент, МСХ РУз, 1996. – 108 с.

39. Рахмонкулов С., Мирзажонов Қ., Нурматов Ш., Тиллаев Р. Безбородов Г., Мадраимов У., Малабоев Н., Комилов Б., Иброҳимов Н., Урунов И., Нурматов Р., Маҳсумов З., Комилов Т. Тошкент вилоятида мўл ва сифатли пахта етиштириш бўйича тавсиялар. – Тошкент, ЎзҚХФА, 1996. – 16 б.

40. Нурматов Ш.Н., Назаров Р.С., Мирзажонов Қ.М., Зокиров Т.С., Ниёзалиев И.Н., Аҳмедов Ж.Х., Тиллабеков Б.Х., Ниёзалиев Б.И., Вайс Т.П., Иброҳимов Н.М., Слесарева Л.Н., Белоусов Е.М., Таджикиев С.М. Пахтачиликда маъдан ва маҳаллий ўғитларни қўллаш бўйича тавсиялар. – Тошкент, ЎзҚСХВ, 2003. – 24 б.

Қишлоқ хўжалик фанлари доктори илмий даражасига талабгор Ибрагимов Назирбай Мадримовичнинг 06.01.04 – «Агрокимё» ихтисослиги бўйича «Суғориладиган бўз тупроқлар минтақасида ғўзада азотли ўғитлар самарадорлигини ошириш йўллари» мавзусидаги диссертациянинг

РЕЗЮМЕ СИ

Таянч сўзлар: Тупроқ, нитратли азот, аммонийли азот, азот ўғити, гўнг, карбон, меъёр, муддат, усул, нисбат, трансформация, минерализация, иммобилизация, ғўза ўсимлиги, ^{15}N , азотдан фойдаланиш даражаси, ғўза NPK ўзлаштириши, суғориш тартиби, ўсиш, ривожланиш, пахта ҳосили, сифат.

Тадқиқот объектлари: Эскитдан суғориладиган типик бўз тупроқлар, суғориладиган ўтлоқи тупроқлар, ғўза ўсимлиги, нишонланган ва нишонланмаган азотли ўғитлар, гўнг, эгатлаб ва томчилатиб суғориш, шаффоф полиэтилен плёнка.

Ишнинг мақсади: Суғориладиган бўз тупроқлар минтақасида ғўза ўсимлигини озикланиш талабларига мувофиқ равишда тупроқ ва ўғит азотининг трансформация жараёнларини тартиблаш йўллари излаб топиш.

Тадқиқот усули: Дала, лизиметр ва вегетацион тувакчалардаги тажрибалар ЎзПИТИ (1973, 1981) услубномаларига биноан бажарилган. Тупроқ ва ўсимлик намуналарининг кимёвий таҳлиллари ЎзПИТИ (1963, 1977) услубномаларига кўра амалга оширилган. Бош поя ўсиши ва ўсимликлар куруқ модда тўплашининг суръати D.B.South (1991) бўйича ҳисобланган. Азот маҳсулдорлигининг нисбий суръатини ортиши P.Poorter (1989) га асосланиб аниқланган. Олинган маълумотлар SAS 9.1 дастуридан фойдаланиб статистик жиҳатдан таҳлил қилинган (SAS Institute, 2003).

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Ғўзада қўлланиладиган азотли ўғитларнинг табақалашган меъёр ва муддатларини аниқлашда тупроқ ва ўсимлик ташҳиси кўрсаткичлари такомиллаштирилди.

Қуйидаги омилларга боғлиқ равишда ғўза ўсимлигини ўғит азоти ^{15}N дан фойдаланиш даражаси аниқланди: ғўза шаффоф полиэтилен плёнка ишлатилиб етиштирилганда азотли ўғитларни қўллаш муддатлари; ғўза томчилатиб суғорилганда ва турли суғориш тартибларида азотли ўғитлар меъёрларининг самарадорлиги.

Ғўза қаторлари плёнка билан қопланганда, экиш билан биргаликда қўлланиладиган турли меъёрдаги азотли ўғитларни чигит униб чиқиш жадалига бўлган таъсири ҳамда тупроқдаги минерал азот миқдорлари ва уларни ўзгариш суръати ўрнатилди. Азотли ўғитлар ҳар хил муддатларда қўлланганда, ғўзани ривожланиш давларида тупроқдаги ҳаракатчан NPK шакллариининг ўзаро миқдор нисбатлари, азот маҳсулдорлигининг мутлоқ ва нисбий суръатларини ортиши, ўсимликларни ўсиши, ривожланиши ва ҳосилдорлиги каби кўрсаткичлар аниқланди.

Ѓўзада азотли ўғитлар ва гўнг биргаликда ҳамда турлича меъёрларда ишлатилганда азотнинг тупроқдаги минерализация ва иммобилизация жараёнлари, минерал ўғит азоти ^{15}N ни мувозанати (баланси) ўрганилди. Ўсимликлар учун тупроқда муайян озуқа тартиби яратишда ҳамда юқори ва сифатли пахта ҳосилига эришишда, гўнг таркибидаги карбон ва қўлланилган ўғитлардаги азот миқдорларининг мақбул нисбати топилди.

Суғориш технологиялари, усуллари ва тартибларига мутаносиб равишда минерал азотни турли тупроқ қатламларида тўпланиши, ғўза ўсимлиги НРК ўзлаштириши, органик модда ва ҳосил тўплаши ҳамда пахта ҳосили ва унинг сифат кўрсаткичлари ўрганилди.

Амалий аҳамияти: Изланишлар натижаларига асосланиб қуйидаги ишланмалар бажарилди:

- Тупроқдаги нитратли азот захираси (автоморф тупроқлар учун) ва ўсимликлар барги ташҳисига асосланган ҳолда ғўзада қўлланиладиган азотли ўғитларни табақалашган меъёр ва муддатларини аниқлаш услуби;
- Ѓўза вегетация охиригача эгат оралатиб суғорилганда азотли ўғитларни қўллаш усули;
- Азотли ва органик ўғитларни бирга қўллашнинг самарали усули (гўнг таркибидаги карбон ва қўлланилган ўғитлардаги азот миқдорларинг нисбати $\text{C:N}=10:1$). Бунда умумий пахта ҳосилига безарар қўлланиладиган азотли ўғитларни йиллик меъёрини 30% га камайтириб, гўнгни нисбатан кўпроқ майдонда ишлатиш мумкин;
- Чигит плёнка остига экилганда, азотли ўғитларни самарали қўллаш муддатлари.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Изланишлар натижалари «Практические рекомендации по сельскому хозяйству: земля, вода, удобрений» (Ташкент, МСХ РУз. 1996. – 108 с.), «Тошкент вилоятида мўл ва сифатли пахта етиштириш бўйича тавсиялар (Тошкент, ЎзҚХФА. 1996. – 16 б.), «Пахтачиликда маъдан ва маҳаллий ўғитларни қўллаш бўйича тавсиялар» (Тошкент, ЎзҚСХВ. 2003. – 24 б.) ни тузишда ишлатилган. Диссертация бўйича амалий тавсиялар мамлакатимизнинг турли вилоятларида 80 минг гектар майдонда жорий этилган. Ишланмаларни иқтисодий самарадорлиги 48826 - 215981 сўм/га ни ташкил этади.

Қўлланиш соҳаси: Суғориладиган бўз тупроқлар минтақасида жойлашган пахта етиштирувчи фермер хўжаликлари.

Р Е З Ю М Е

диссертации Ибрагимова Назирбая Мадримовича на тему «Пути повышения эффективности азотных удобрений на хлопчатнике в условиях орошаемых почв серозёмного пояса» на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.04.01 – «Агрохимия»

Ключевые слова: Почва, нитратный азот, аммонийный азот, азотное удобрение, навоз, углерод, норма, срок, способ, соотношение, трансформация, мобилизация, иммобилизация, ^{15}N , коэффициент использования азота, хлопчатник, потребление NPK растениями, режим орошения, продукционный процесс, урожай, качество хлопка-сырца.

Объекты исследований: Староорошаемый типичный серозём, орошаемая луговая почва, хлопчатник, азотные (меченые и немеченые) и органические удобрения, бороздковый полив, капельное орошение, полиэтиленовая плёнка.

Цель работы: В условиях орошаемых почв серозёмного пояса изыскать пути регулирования процессов трансформации азота почв и удобрений в направлении соответствующем потребностям хлопчатника.

Метод исследования: Полевые, лизиметрические и вегетационные опыты проведены по методике УзНИИХ (1973, 1981). Химический анализ почвенных и растительных образцов - по методике УзНИИХ (1963, 1977). Относительные темпы роста высоты стебля и накопления сухой массы рассчитывали по D.B.South (1991). Относительные темпы роста продуктивности азота определяли по P.Poorter (1989). Статистический анализ результатов проведен с использованием пакета программ SAS 9.1 (SAS Institute, 2003).

Полученные результаты и их новизна: Усовершенствованы количественные показатели почвенной и растительной диагностики для определения дифференцированных норм и сроков внесения азотных удобрений под хлопчатник.

Установлены коэффициенты использования азота ^{15}N удобрений хлопчатником в зависимости от сроков внесения азотных удобрений при возделывании хлопчатника с использованием полиэтиленовой плёнки; норм N и режимов увлажнения почвы при капельном орошении хлопчатника.

Выявлено влияние разных припосевных доз азота на интенсивность прорастания семян, изучены закономерности содержания и динамики минеральных соединений азота в почве. Определены количественные соотношения подвижных форм NPK в почве в период вегетации растений, абсолютные и относительные темпы роста продуктивности азота, показатели развития и урожайности хлопчатника в зависимости от сроков внесения азота при выращивании хлопчатника с плёночным покрытием рядков.

Изучены процессы минерализации и иммобилизации азота в почве, определен баланс азота ^{15}N удобрений при совместном внесении под хлопчатник азотных удобрений и навоза в различных сочетаниях. Найдено оптимальное соотношение С:N (соотношение масс углерода навоза и азота вносимых удобрений), способствующее улучшению питательного режима почвы и получению высокого урожая хлопка-сырца с хорошими технологическими свойствами волокна.

Изучены закономерности миграции минерального азота в почве, использования NPK растениями, накопления органической массы и плодоношения, а также величина урожая хлопка-сырца и его качество при разных нормах и способах внесения азотных удобрений в зависимости от технологий и способов полива, режимов орошения хлопчатника.

Практическая значимость: На основании проведенных исследований выполнены следующие разработки:

- методика определения дифференцированных норм и сроков внесения азотных удобрений под хлопчатник в зависимости от запасов нитратного азота в метровом слое почвы (для автоморфных почв) и на основе листовой диагностики (по номограмме применительно ко всем почвам);
- способы внесения азотных удобрений при поливах хлопчатника до конца вегетации через борозду;
- способ рационального сочетания азотных и органических удобрений (соотношение С:N=10:1), который без ущерба урожаю позволяет снизить годовую норму азота под хлопчатник на 30%, а навоз при этом можно применять на большей площади;
- сроки внесения азотных удобрений на хлопчатнике при его возделывании с использованием полиэтиленовой плёнки.

Степень внедрения и экономическая эффективность: Результаты исследований использованы при составлении «Практические рекомендации по сельскому хозяйству: земля, вода, удобрений» (Ташкент, МСХ РУз. 1996. – 108 с.), «Тошкент вилоятида мул ва сифатли пахта етиштириш буйича тавсиялар» (Тошкент, УзКХФА. 1996. – 16 б.), «Пахтачиликда маъдан ва махаллий угитларни куллаш буйича тавсиялар» (Тошкент, УзКСХВ. 2003. – 24 б.). Практические рекомендации по диссертационной работе внедрены в различных областях республики на общей площади 80 тыс. га. Экономический эффект разработок составляет 48826 - 215981 сум/га.

Область применения: Хлопкосоющие фермерские хозяйства расположенные в поясе орошаемых серозёмов Республики Узбекистан.

R E S U M E

of the thesis of Nazirbay Ibragimov for obtaining the scientific degree of doctor of sciences in agriculture, specialty 06.01.04 – Agrochemistry.

Subject:

“Ways of increasing of nitrogen fertilizer use efficiency on cotton in the belt with irrigated sierozem soils”.

Key words: Soil, nitrate, ammonium, nitrogen fertilizer, cow-dung, carbon, norm, timing, method, ratio, transformation, mobilization, immobilization, ^{15}N , nitrogen recovery, NPK uptake, irrigation mode, cotton, growth, development, yield, quality.

Subject of the inquiry: An old irrigated typical sierozem soil, an irrigated meadow alluvial soil, cotton crop, labeled and non-labeled nitrogen fertilizer, manure, furrow irrigation, drip irrigation, polyethylene film, mulch.

Aim of the inquiry: Regulation of transformation processes of soil and fertilizer nitrogen in accordance with requirements of cotton plant in the belt of irrigated sierozem soils.

Method of inquiry: Field, lyzimeter and pot experiments with cotton were conducted in accordance with “Methods of field experimentation with irrigated cotton” (Uzbekistan Cotton Growing Research Institute, 1973, 1981). Chemical analyses of soil and plant samples were performed according to “Methods of agrochemical analyses of soil and plants” (Uzbekistan Cotton Growing Research Institute, 1963, 1977). Relative growth rate of cotton stem and dry mass accumulation were determined as suggested by D. B. South (1991). Relative growth rate of nitrogen productivity was calculated according to P. Poorter (1989). Data were subjected to analysis of variance using PROC GLM procedures in SAS (SAS Institute, 2003).

The results achieved and their novelty: The qualitative data on soil nitrate content as well as the N-total concentrations in cotton leaves allowed for the differentiation and thus improvement of the nitrogen fertilizer application norms and timing for cotton growth.

Fertilizer nitrogen recovery in cotton was determined by ^{15}N methods both for cotton grown with a mulch of polyethylene film and combined with various timings of nitrogen application, different nitrogen quantities and under different irrigation modes including drip and furrow irrigation.

The impact of nitrogen quantities applied during planting on the germination of cotton seeds and stand establishment was researched. The content and dynamic of all soil mineral nitrogen forms were investigated. In addition, estimated was the quantitative ratio of available soil NPK throughout the cotton vegetation period, the relative growth rate of nitrogen productivity, cotton growth and development,

and cotton yield depending of the nitrogen application timing while cotton was grown with the use of polyethylene film.

Mineralization and immobilization processes of nitrogen in the soil and the fertilizer nitrogen ^{15}N balance was investigated under various ratios of manure carbon and with different brands of fertilizer nitrogen. Results showed that the optimal C:N ratio was obtained with the combination of cow-dung carbon + nitrogen of mineral fertilizer + manure applied, which was reflected in an improved availability of plants nutrients content in the soil, which in turn increased cotton yield and the quality of the cotton lint.

The transformation of mineral forms of soil nitrogen, NPK uptake and dry mass accumulation by plants, as well as cotton yield quantities and quality were investigated subject to various nitrogen rates and application timing combined with different irrigation technologies, irrigation methods and modes.

Practical value: Based on the results following implications options could be elaborated:

- A method for a refined use of nitrogen fertilizers application both in terms of quantities and timing on cotton which is based on the nitrate content in the soil (for automorphic soils only) and on the nitrogen concentration in plant leaves which is applicable for all soil types;
- nitrogen fertilizer application methods for various irrigation technologies used in cotton production (alternate irrigation during whole vegetation);
- efficient method of a combined application of nitrogen fertilizer and manure on cotton, which lowered the use of nitrogen fertilizer rate by 30% and concurrently increased the scope of usage for organic fertilizer;
- nitrogen fertilizer application timing on cotton when cotton is grown with the use of polyethylene film.

Degree of embed and economic efficiency: The results of the investigations formed the scientific basis for the development of “Practical recommendations in agriculture: soil, water, fertilizer” (in Russian, MAWR, Tashkent, 1996. – 108 p.), “Recommendations on production of high and qualitative cotton yield in Tashkent Province” (in Uzbek, UzSPCA, Tashkent, 1996. – 16 p.), Recommendations on the use of mineral and organic fertilizer in cotton growing” (in Uzbek, UzSPCA, Tashkent, 2003. – 24 p.). Practical recommendations as presented in this thesis were included in various provinces of the country but on a total area of 80,000 hectares. Hence this would lead to a net profit varying from 48,826 to 215,981 sums ha^{-1} caused by the recommendations

Sphere of usage: Farmers units specialized in cotton production in the belt of the irrigated sierozem soils.