

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии и почвоведения

УДК 631. 841.8
ББК ПЧ21
Г 47

Применение жидкого аммиака на удобрение в Республике Татарстан: Материалы для самостоятельного изучения темы «Азотные удобрения» / М.Ю. Гилязов, В.З. Шакиров. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. - 28 с.

Материалы содержат агрохимическую характеристику жидкого аммиака в качестве ценного азотного удобрения, рекомендуемые нормы и сроки внесения его под различные сельскохозяйственные культуры, особенности подготовки поля, технологические схемы перевозки и внесения в почву и правила техники безопасности при работе с жидким аммиаком.

Пособие предназначено для аспирантов агрономического факультета, обучающихся по направлению 35.04.01 «Сельское хозяйство» (специальность 06.01.04 - агрохимия). Материалы будут полезными также для специалистов и руководителей сельхозформирований, занимающихся вопросами применения жидкого аммиака в сельском хозяйстве.

Рекомендовано к изданию методической комиссией агрономического факультета (протокол № 4 от 28 декабря 2015 г.).

Рецензенты:

директор ФГБУ «ЦАС «Татарский» кандидат биологических наук
А.А. Лукманов;
профессор кафедры растениеводства и плодовоощеводства
Казанского ГАУ, доктор сельскохозяйственных наук В. П. Владимиров.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОГО АММИАКА
НА УДОБРЕНИЕ
В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

Казань - 2016

© Гилязов М.Ю., Шакиров В.З., 2016
© ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1.Роль азота в жизни растений	5
2.Жидкий аммиак - ценное азотное удобрение	9
3.Рекомендуемые нормы и сроки внесения жидкого аммиака	11
4.Эффективность применения жидкого аммиака под различные сельскохозяйственные культуры в условиях Татарстана	15
5.Технологические схемы перевозки и внесения жидкого аммиака в почву	16
6.Подготовка поля и агротехнические требования к внесению жидкого аммиака в почву	18
7.Техника безопасности при работе с жидким аммиаком	20
Вопросы для самопроверки	23
Список литературы	25
Приложения	26

«Аммиак есть альфа и омега в обмене азотистых веществ в растениях»

Д. Н. Прянишинников

ВВЕДЕНИЕ

Жидкий аммиак - самое высококонцентрированное азотное удобрение, содержащее 82,2 % действующего вещества. Исследованиями многих ученых и передовой практикой установлено, что агрономическая эффективность его применения в целом равноцenna, а в некоторых случаях и выше эквивалентного количества твердых азотных удобрений.

Жидкий аммиак в качестве высококонцентрированного азотного удобрения применялся в земледелии Республики Татарстан с 1974 по 1985 годы. Объемы его применения за эти годы выросли с 500 до 23000 тонн, удобренная площадь достигла до 222 тысяч гектаров. Результаты полевых опытов, проведенных в Татарстане, показали, что применение жидкого аммиака позволяет получать прибавки урожая зерновых от 5,0 до 10,0 ц./га, кормовых корнеплодов 40-70 ц./га, силосных культур 70-100 центнеров зеленой массы с одного гектара.

В 1985 году из 39 районов Татарстана жидкий аммиак в качестве удобрения применяли в 33-х районах. Наибольшее количество жидкого аммиака применяли в хозяйствах Высокогорского, Арского, Рыбно-Слободского, Альметьевского, Нижнекамского, Бугульминского, Кукморского и Сабинского районов, где ежегодно удобряли этим ценным удобрением от 10 до 20 тысяч гектаров сельскохозяйственных культур.

Однако в дальнейшем, в связи с заметным ухудшением финансового состояния хозяйств и резким удорожанием цен на промышленные туки, объемы применения минеральных удобрений, в том числе и жидкого аммиака, в Республике значительно сократились. Большое количество специального оборудования, предназначенного для хранения, перевозки и внесения жидкого аммиака годами простаивало и постепенно пришло в негодность. Многие хозяйства Республики вместо высококонцентрированного жидкого аммиака начали применять аммиачную воду, содержащую 16-20 % азота, так как для её применения не требовалось специальное дорогостоящее оборудование, хотя при этом затраты на перевозку и внесение в почву единицы действующего вещества азота, несколько возрастили. В последние годы объемы применения аммиачной воды также резко сократились и её используют как удобрение лишь в

отдельных хозяйствах Арского, Кукморского, Сабинского и некоторых других районов Республики.

В настоящее время, особенно с приходом в сельское хозяйство Республики крупных инвесторов, а также возрождением экономически крепких хозяйств, появляется возможность и необходимость возобновления использования агрономически и экономически высокоеффективного азотного удобрения - жидкого амиака под различные сельскохозяйственные культуры.

До последнего времени сдерживающим фактором возобновления широкого применения жидкого азотных удобрений оставалось отсутствие специализированной высокопроизводительной техники для применения жидкого амиака и квалифицированных механизаторских кадров.

С появлением специализированных мобильных подразделений, имеющих современную технику, обученных специалистов и работающих по заявкам сельхозпроизводителей, возникает реальная возможность широкого и высокоеффективного применения наиболее дешевых жидкых азотных удобрений во многих сельхозформированиях Республики Татарстан. Предварительные расчеты показывают, что при использовании жидкого амиака в РТ на площади 20 тыс. гектаров экономия средств, по сравнению с аммиачной селитрой, составит 25 млн. рублей.

1. РОЛЬ АЗОТА В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Оптимальное обеспечение растений азотом является одним из главных условий получения высоких урожаев хорошего качества всех сельскохозяйственных культур. Азот входит в состав всех простых и сложных белков, которые являются главной составной частью цитоплазмы растительных клеток, и в состав нуклеиновых кислот, играющих исключительно важную роль в передаче наследственных признаков, и, в целом, в обмене веществ организмов. Азот содержится в хлорофилле, фосфатах, алкалоидах, ферментах, витаминах и во многих других органических веществах растительных клеток.

Сельскохозяйственные культуры потребляют много азота. Так, если для создания 1 центнера зерна и соответствующее количество соломы яровая пшеница потребляет 2,5 кг K₂O и 1,2 кг P₂O₅, то азота (N) - 3,5 кг.

Растения в начале роста для синтеза белков и других азотистых соединений во вновь образующихся органах используют азот семени.

В дальнейшем по мере образования корневой системы и фотосинтезирующей поверхности листьев синтез белка идет за счет азота, поглощаемого из внешней среды. В начальный период роста растения потребляют сравнительно небольшое количество азота. Однако недостаток

его в этот период резко отрицательно сказывается на всем дальнейшем росте растений.

Наиболее интенсивно растения поглощают и усваивают азот в период максимального роста и образования вегетативных органов - стеблей и листьев. Из физиологически устаревших частей растений, в которых преобладает распад белка, продукты его гидролиза передвигаются в молодые растущие вегетативные, а затем репродуктивные органы, где снова используются на синтез белка. Поэтому растущие органы растений отличаются повышенной концентрацией азота. В листьях она обычно выше, чем в стеблях и корнях. По мере старения относительное содержание азота в тканях вегетативных органов снижается. Солома при полной спелости зерновых, бобовых и масличных культур содержит значительно меньше азота, чем семена. Общее содержание азота сильно варьирует в разных растениях и в различных частях одного и того же растения. В семенах содержится больше азота, чем в листьях и стеблях в конце вегетации, и основное количество его (до 90 %) находится в составе белка.

Основными источниками азота для растений в естественных условиях служат соли азотной кислоты и аммония, поглощение идет в виде нитрата (NO₃⁻) и аммония (NH₄⁺).

Нитраты, поступившие в растения, восстанавливаются с участием металлоконтактирующих ферментов через нитриты до амиака. Нитратный азот способен накапливаться в растениях, не причиняя им вреда, в значительных количествах. Однако содержание нитратов в кормах, овощах и других растительных продуктах выше определенного предела вредно действует на организм животных и человека, потребляющих такие продукты. Нитраты (и нитриты) в повышенных количествах вызывают заболевание метгемоглобинемией (вместо гемоглобина в крови образуется метгемоглобин, нарушаются снабжение тканей кислородом) и могут быть предшественниками канцерогенных соединений - нитрозаминов.

Аммиачный азот, поступивший в растения из почвы и образовавшийся при восстановлении нитратов, при достаточном количестве углеводов достаточно быстро используется для образования аминокислот. При недостатке углеводов аммиачный азот тоже может накапливаться в растениях. Правда, амиак в свободном виде содержится в высших растениях обычно в незначительных количествах, так как чрезмерное накопление его, особенно при недостатке углеводов, ведет к отравлению растения.

Азот, поступивший в растения в минеральных формах, проходит сложный цикл превращений, конечным этапом которых является включение его в состав белковых молекул.

Белки синтезируются из аминокислот, которые, в свою очередь, образуются при взаимодействии амиака с кетогруппой соответствующих органических кислот. Следовательно, для синтеза аминокислот необходима восстановленная форма азота. Нитраты и нитриты неспособны вступать в

реакцию с кетогруппами органических карбоновых кислот, и для образования соответствующих аминокислот они предварительно восстанавливаются в тканях растений до аммиака. Если растения содержат достаточное количество углеводов, то нитраты восстанавливаются до аммиака еще в корнях.

Наряду с синтезом белков в растениях происходит распад их на аминокислоты с отщеплением аммиака под действием протеолитических ферментов. В молодых растущих растениях или органах синтез белков пре-вышает распад, по мере старения процессы расщепления активизируются и начинают преобладать над синтезом. Таким образом, синтез органических азотистых соединений до белка включительно происходит через аммиак, образованием аммиака завершается и их распад. Именно поэтому, по образному выражению Д. Н. Прянишникова, аммиак есть альфа и омега в обмене азотистых веществ в растениях.

Аммиачный и нитратный азот при определенном сочетании внешних и внутренних условий могут быть равноценными источниками азота для растения. Однако при некоторых условиях лучшим источником азота может быть NH_4^+ , а при других условиях - NO_3^- . Отношение растений к аммиачному и нитратному азоту зависит от ряда факторов: реакции среды, наличия в ней сопутствующих катионов и анионов, а также от обеспеченности растений углеводами. Так, при нейтральной реакции аммиачные соли усваиваются растениями лучше, а при кислой - хуже, чем нитратные. При аммиачном питании положительно влияет на урожай увеличение в питательном субстрате концентрации кальция, магния и калия, а при нитратном питании большое значение имеет достаточное обеспечение растений фосфором и молибденом. При недостатке молибдена задерживается восстановление нитратов до аммиака и происходит накопление их в тканях растения. Избыток аммиачного азота во время прорастания семян, бедных углеводами (например, свекла), или в фазе еще плохо ассимилирующих проростков может оказывать отрицательное действие. Аммиачный азот в этом случае не полностью используется растением, накапливается в тканях, вызывая «аммиачное отравление». При нитратном питании этого не происходит. Растения, особенно в молодом возрасте и имеющие мало углеводов в семенах, хуже переносят повышенное содержание в растворе аммиачных солей, чем повышенную концентрацию нитратов.

Условия азотного питания сильно влияют на рост и развитие растений. При недостатке азота рост их резко ухудшается. Особенно сильно сказывается недостаток азота на развитии листьев: они бывают мелкими, имеют светло-зеленую окраску, преждевременно желтеют, стебли становятся тонкими и слабо ветвятся. Ухудшаются также формирование и развитие репродуктивных органов и налив зерна.

При нормальном азотном питании растений повышается синтез белковых веществ, усиливается и дальше сохраняется жизнедеятельность организма, ускоряется рост и несколько замедляется старение листьев.

Растения образуют мощные стебли и листья, имеющие интенсивно-зеленую окраску, хорошо растут и кустятся, улучшаются формирование и развитие репродуктивных органов. В результате резко повышаются урожай и содержание белка в урожае. Однако одностороннее избыточное азотное питание, особенно во второй половине вегетации, задерживает созревание растений, они образуют большую вегетативную массу, но мало зерна или клубней и корнеплодов. Повышение белковости улучшает качество урожая, но не всякое увеличение содержания азотистых веществ повышает хозяйственную ценность культуры. Например, под влиянием избыточного питания азотом к концу вегетации в корнях сахарной свеклы накапливается много небелковых его соединений, главным образом аминокислот, в результате чего снижается выход сахара при переработке корней. Как уже отмечалось, избыточное азотное питание может приводить также к накоплению вредных для людей и животных количеств нитратов в растениях.

Качество урожая зависит и от формы азота, используемого растениями. При аммиачном питании повышается восстановительная способность растительной клетки, больше образуется восстановленных органических соединений (например, эфирных масел в перечной мяте). При нитратном питании, наоборот, преобладает окислительная способность клеточного сока, больше образуется органических кислот, в частности лимонной кислоты.

Отрицательное влияние избыточной концентрации аммиачного азота в растворе наиболее вероятно при внесении азотных удобрений в рядки при посеве. Поэтому для припосевного внесения лучше нитратная, чем аммиачная форма удобрения.

Характерные признаки азотного голодания: торможение роста вегетативных органов растений и появление бледно-зеленой или даже желто-зеленой окраски листьев из-за нарушения образования хлорофилла. Азот повторно используется (реутилизируется) в растениях, и признаки его недостатка проявляются сначала у нижних листьев. Пожелтение начинается с жилок листа, затем распространяется к краям листовой пластиинки. При остром и длительном азотном голодании бледно-зеленая окраска листьев растений переходит в различные тона желтого, оранжевого и красного цвета (в зависимости от вида растений), пораженные листья высыхают и преждевременно отмирают. При нормальном снабжении азотом листья темно-зеленые, растения хорошо кустятся, формируют мощный ассимиляционный стебле-листовой аппарат и полноценные репродуктивные органы.

Избыточное, особенно одностороннее, снабжение азотом может вызывать замедление развития (созревания) растений и ухудшить структуру урожая, поскольку образуется большая вегетативная масса в ущерб товарной части урожая. У корне- и клубнеплодов избыток азота приводит к израстанию в ботву, у зерновых культур и льна - вызывает полегание посевов.

Избыточное азотное питание ухудшает и качество продукции. В корнеплодах сахарной свеклы снижается концентрация сахара и возрастает содержание «вредного» в процессе сахароварения небелкового азота, у картофеля снижается содержание крахмала, в овощной и бахчевой продукции и кормах накапливаются потенциально опасные для человека и животных количества нитратов.

2. ЖИДКИЙ АММИАК - ЦЕННОЕ АЗОТНОЕ УДОБРЕНИЕ

Историческая справка. Попытки использовать жидкие азотные удобрения в виде аммиака были сделаны сразу после того, как классическими работами Буссенго и Гельригеля была выявлена роль азота в питании растений. В 1843 г. в Шотландии были проведены опыты с травами, где сравнивали эффективность аммиачной воды, нитрата калия, нитрата натрия. Действие аммиачной воды на травы было замедленным, но урожай в конце опыта на 25% был выше, чем по другим азотным удобрениям. В 1848-1853 гг. многие фермеры Англии успешно использовали безводный и водный аммиак в качестве удобрения для зерновых культур и пастбищных угодий. В 1891 г. сообщалось о выгодности использования аммиачной воды в качестве удобрений в фермерских хозяйствах Канады [Кореньков, 1976].

Химическая формула - NH_3 . Химически чистый продукт содержит 82,3 % азота. Жидкий аммиак, используемый в сельском хозяйстве в качестве удобрения, должен содержать не менее 82 % азота и не более 0,4 % влаги. Получается сжижением газообразного аммиака под давлением. По внешнему виду бесцветная, подвижная жидкость, плотность 0,61 при 20 °C, температура кипения 34 °C. Безводный аммиак обладает высокой упругостью паров (при 10 °C 0,51 МПа и при 38 °C 1,37 МПа), поэтому его хранят и транспортируют в стальных баллонах или цистернах, выдерживающих высокое давление.

Как в нашей стране, так и за рубежом за последние годы значительно возросло производство и применение жидких азотных удобрений. В настоящее время в США до 50% азотных удобрений вносится в жидким состоянии.

➤ Главным преимуществом жидких азотных удобрений перед твердыми азотными удобрениями представляется их экономическая эффективность. Стоимость единицы азота в жидких азотных удобрениях на 30-45 % ниже, чем в твердых азотных удобрениях, так как при их производстве отсутствуют затраты на производство азотной или серной

кислоты, нейтрализации, выпаривания, сушки, грануляции и затаривания. Это как раз те технологические операции, на которые затрачивается много времени и электроэнергии. Так, по ценам 2008 года стоимость 1 кг азота в жидким аммиаке составила 14,5 руб., в карбамиде 24,0 рубля, а в аммиачной селитре - 27,0 рублей.

➤ Большим преимуществом жидкого аммиака является очень высокое содержание действующего вещества - не менее 82 %, и полное отсутствие балластных элементов. В связи с этим существенно снижаются затраты на хранение, транспортировку, подготовку и внесение в расчете на единицу действующего вещества.

➤ Относительно низкие затраты на подготовку и внесение этого самого концентрированного азотного удобрения обусловлены ещё и тем, что все технические операции, связанные с использованием жидкого аммиака, удается полностью механизировать и автоматизировать. По некоторым расчетам применение жидкого аммиака в качестве удобрения позволяет снизить затраты труда по сравнению с твердыми формами азотных удобрений на 65...70 %.

➤ Высокая агрономическая эффективность жидкого аммиака обуславливается более равномерным распределением его в пахотном слое почвы, так как от точки внесения он распространяется на расстояние до 15 см, что заметно увеличивает доступность азота растениям.

➤ Под влиянием жидкого аммиака в почве увеличивается количество подвижных форм фосфора, калия и некоторых микроэлементов, и, таким образом, происходит улучшение питания растений не только азотом, но и другими макро- и микроэлементами.

➤ Другим важным преимуществом жидкого аммиака над твердыми азотными удобрениями является возможность осеннего его внесения, так как потеря азота вымыванием осенне-весенними осадками не происходит. Поэтому жидкий аммиак дает хорошие результаты при внесении его осенью под предосеневую обработку при возделывании озимых зерновых культур, а также под пропашные культуры (кормовые корнеплоды, кукуруза на силос) урожая будущего года.

Основным недостатком жидкого аммиака является относительно более сложные и дорогие условия хранения, а отчасти и применения, связанные с его пожаро- и взрывоопасностью. Однако этот недостаток успешно может быть преодолен при грамотном использовании современных специализированных машин высококвалифицированными специалистами.

3. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НОРМЫ И СРОКИ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО АМИАКА

Агрономическая и экономическая эффективность жидкого амиака в первую очередь зависит от правильно установленной нормы внесения.

Ориентировочные нормы внесения азота в составе жидкого амиака даны в таблице 1. Более точно годовые нормы внесения азота могут быть установлены соответствующими расчетами по различным методам. Наиболее известным и распространенным является расчетно-балансовый метод определения норм азота на планируемую урожайность. Суть метода можно выразить в виде следующего уравнения:

$$H = \frac{Y_n \cdot B - (S_n K_n + S_o K_o)}{K_y},$$

где H – норма внесения азота, кг д.в./га;

Y_n – планируемая урожайность, ц/га;

B – вынос (потребление) азота на создание

1 т основного и соответствующего количества побочной продукции, кг (см. приложение 1);

S_n – запасы подвижных форм азота в пахотном слое почвы, кг/га;

S_o – количество азота, внесенного в почву с органическими удобрениями, кг/га;

K_n – коэффициент использования азота из почвы, в долях от 1 (см. приложение 2);

K_o – коэффициент использования азота из органических удобрений, в долях от 1 (см. приложение 3);

K_y – коэффициент использования азота из минеральных удобрений, в долях от 1 (см. приложение 3).

Если органические удобрения не используются, то данное уравнение несколько упрощается:

$$H = \frac{Y_n \cdot B - S_n \cdot K_n}{K_y}$$

Запасы подвижных форм N в почве (S_n) рекомендуется рассчитать следующим образом:

$$S_n = 0.1 \cdot C_n \cdot h \cdot d,$$

где C_n – содержание подвижных форм азота в пахотном слое, мг/кг;

d – плотность пахотного слоя, г/см³;

h – мощность пахотного слоя, см.

Ввиду отсутствия картограмм обеспеченности почв азотом, примерное содержание минерального азота рекомендуем рассчитывать исходя из содержания гумуса по уравнению:

$$C_n = 7.5 \cdot \Gamma$$

где, C_n – содержание минерального азота в почве, мг/кг;

Γ – содержание гумуса, %.

Необходимые справочные данные для расчетов приведены в приложениях 1-3.

Из таблицы 1 видно, что относительно невысокие нормы жидкого амиака рекомендуется вносить под яровые зерновые культуры и однолетние травы, а более высокие нормы – под кормовые корнеплоды и кукурузу на силос. Необходимо учесть, что более высокие нормы жидкого амиака (140-160 кг/га азота), хотя и повышают прибавки урожая картофеля и сахарной свеклы, но не желательны, так как это может привести к снижению содержания крахмала и сахара в товарной продукции.

Эффективность применения жидкого амиака под те или иные культуры в большей степени зависит от сроков и способов его внесения.

Под озимые зерновые культуры лучше 2/3 часть общей нормы азота вносить осенью в виде жидкого амиака, а остальные 1/3 часть – весной в подкормку в составе твердых азотных удобрений (амиачная селитра, карбамид).

Под силосные культуры возможны и более высокие нормы жидкого амиака. Амиак способствует развитию у силосных культур более мощной надземной части и получению высоких урожаев зеленой массы, как во влажные, так и в засушливые годы.

Сочень важно своевременное внесение амиака под озимые зерновые, идущие по чистым парам, так как нитрификация в парующей почве протекает быстрее, чем при наличии растительного покрова.

Поэтому заблаговременное его внесение в парующую почву, может вызвать выщелачивание азота в форме нитратов атмосферными осадками в нижние слои почвы, в результате чего уменьшается эффективное действие удобрений. Как видно из данных таблицы 2, оптимальным сроком является внесение амиака на парах незадолго до посева (за 6-7 дней), но не позднее, чем за сутки.

Под яровые зерновые культуры жидкий амиак целесообразно применять осенью в зябь. Внесение амиака осенью в зябь можно продолжать вплоть до наступления заморозков. При отсутствии возможности внесения с осени не исключается внесение амиака и весной перед посевом.

Таблица 1

Ориентировочные нормы внесения жидкого аммиака в зависимости от уровня планируемой урожайности культур

Культуры	Основная продукция	Планируемая урожайность, ц./га	Норма внесения азота, кг/га	
			дерново-подзолистые и серые лесные почвы	черноземы
Озимые зерновые	зерно	30	80	70
		40	90	80
		50	100	90
Яровые зерновые	зерно	25	70	60
		35	80	70
		45	90	80
Сахарная свекла	корнеплоды	250	-	100
		350	-	120
		450	-	140
Картофель	клубни	150	80	70
		250	90	80
		300	100	90
Кормовые корнеплоды	корнеплоды	400	110	100
		600	130	120
		800	150	140
Многолетние травы (злаковые)	сено	30	90	80
		45	110	100
		60	130	120
Однолетние травы	сено	25	70	60
		35	80	70
		45	90	80
Кукуруза	Зеленая масса	300	120	110
		400	140	130
		500	160	150

Однако необходимо помнить, что для более полного закрепления аммиака в почве, все последующие обработки нужно проводить не ранее, чем 8-10 часов после его внесения, а посев - через сутки.

Пропашные культуры лучше отзываются на весеннее внесение жидкого аммиака после перепашки или культивации почв. При межурядной обработке пропашных культур в период вегетации можно использовать аммиачную воду из расчета 1 центнер физического веса на гектар.

Таблица 2

Оптимальные сроки и способы внесения жидкого аммиака

Культуры	Оптимальные сроки внесения	Эффективные способы внесения
Озимые зерновые	за 6-7 дней до посева	внутрипочвенное внесение, под предпосевную обработку почвы
Яровые зерновые	осенью	внутрипочвенное внесение, под зяблевую обработку почвы
Сахарная свекла	весной	внутрипочвенное внесение, под предпосевную обработку почвы
Картофель	весной	внутрипочвенное внесение, под предпосевную обработку почвы
Кормовые корнеплоды	весной	внутрипочвенное внесение, под предпосевную обработку почвы
Многолетние травы (злаковые)	осенью	внутрипочвенное внесение методом щелевания, после последнего укоса или стравливания
Однолетние травы	осенью	внутрипочвенное внесение, под зяблевую обработку почвы
Силосные	весной	внутрипочвенное внесение, под предпосевную обработку почвы
Пропашные*	в период вегетации	внутрипочвенное внесение, при межурядной обработке почвы

Примечание: * - аммиачная вода под все пропашные культуры.

Под многолетние травы аммиак необходимо вносить осенью после последнего укоса или стравливания в один раз всю рекомендуемую норму. Дробное внесение аммиака под многолетние травы, из-за частого повреждения корневой системы, не дает преимущества перед одноразовым внесением. Вносить жидкий аммиак под травы можно и рано весной. Но в этом случае внесение аммиака необходимо завершить до начала активной вегетации растений.

Внесение жидкого аммиака под многолетние травы и яровые зерновые культуры осенью под урожай будущего года способствует не только существенному повышению урожайности, но и дает большой выигрыш с точки зрения организации сельскохозяйственного производства: часть полевых работ переносится с более напряженного весеннего периода на осенний.

4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОГО АМИАКА ПОД РАЗЛИЧНЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ТАТАРСТАНА

Результаты полевых и производственных опытов, проведенных нами в 1980-1985 годах, в хозяйствах Рыбно-Слободского и Пестречинского районов Республики Татарстан показали, что применение жидкого амиака в качестве удобрения способствует получению высоких урожаев всех сельскохозяйственных культур при высокой его экономической эффективности. Данные по эффективности применения жидкого амиака под различные сельскохозяйственные культуры в РТ представлены в таблице 3.

Таблица 3
Агрономическая и экономическая эффективность применения жидкого амиака под сельскохозяйственные культуры

Культуры	Норма азота, кг/га	Урожайность, ц./га		Прибавка урожая, ц./га	Окупаемость	
		без жидкого амиака	с внесением жидкого амиака		1 кг азота урожаем, кг	1 рубль затрат, руб.
Озимая рожь	90	23,4	31,9	8,5	9,5	4,07
Яровая пшеница	80	18,7	24,6	5,9	7,4	4,1
Ячмень	80	22,3	28,5	5,2	7,8	1,93
Однолетние травы (зеленая масса)	80	120,0	158,0	38,0	47,5	2,01
Многолетние травы (зеленая масса)	120	218,6	301,8	83,2	69,3	2,51
Картофель	90	125,5	160,5	35,0	38,9	6,18
Кормовые корнеплоды	140	360,0	430,0	70,0	50,0	2,40
Кукуруза на силос	150	344,2	447,0	102,8	68,5	2,48

Из таблицы видно, что каждый килограмм азота, внесенный в виде жидкого амиака, обеспечивает получение в среднем с 1 гектара дополнительно от 7,0 до 9,0 кг урожая зерновых, от 45 до 69 кг зеленой массы однолетних и многолетних трав, от 38 до 50 кг клубней картофеля и кормовых корнеплодов и до 68 кг урожая зеленой массы кукурузы.

Окупаемость 1 рубля затрат, связанных с внесением жидкого амиака, в зависимости от возделываемой культуры, колеблется от 1,90 до 6,0 рублей.

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПЕРЕВОЗОК И ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО АМИАКА В ПОЧВУ

Применение жидкого амиака на удобрение может осуществляться по прямоточной, перегрузочной и перевалочной технологическим схемам. Выбор технологической схемы зависит от расстояния перевозки, норм внесения, наличия амиаковозов и агрегатов для внесения амиака в почву.

Прямоточная технологическая схема. При работе по прямоточной технологической схеме жидкий амиак доставляют от склада или станции раздачи до поля и вносят в почву одними и теми же полевыми агрегатами. Преимущество прямоточной технологии состоит в том, что она является наиболее простой в организации, исключает необходимость использования амиаковозов и полевых промежуточных заправщиков. В то же время прямоточная технология эффективна только при небольших расстояниях от склада до поля (не более 5 км). С увеличением расстояний перевозок применение прямоточной технологии становится неэффективной, так как это приводит к резкому снижению производительности полевых агрегатов по внесению амиака в почву. Прямоточная технологическая схема может применяться только в тех хозяйствах, на территории которых имеются глубинные склады жидкого амиака и сравнительно в небольших объемах. С увеличением расстояний перевозок амиака от склада до поля может применяться перегрузочная технологическая схемы.

Перегрузочная технологическая схема. Перегрузочная технологическая схема предусматривает доставку жидкого амиака от склада до поля специальными транспортными средствами - амиаковозами и заправку полевых агрегатов по внесению амиака. Преимущество перегрузочной технологии перед прямоточной состоит в том, что заправка агрегатов жидким амиаком из амиаковозов непосредственно на обрабатываемом поле позволяет значительно повысить сменную выработку агрегатов по внесению амиака в почву. Однако преимущество перегрузочной технологии проявляется только при четкой организации и взаимной увязке графика работы амиаковозов и полевых агрегатов. Практическое использование её в ряде случаев может вызвать значительные трудности. Во-первых, из-за организационных и технических неполадок агрегатов по внесению возможны значительные простои амиаковозов и как следствие - снижение их производительности. Во-вторых, простои амиаковозов могут быть и за счет того, что не всегда можно в один прием перекачать весь амиак в полевые агрегаты. Поэтому, правильный подбор количества полевых агрегатов, которых может обслуживать один амиаковоз, является важным условием эффективного использования перегрузочной технологической схемы. Перегрузочная технологическая схема эффективно может применяться при расстоянии от склада до поля не более 30 км. С увеличением расстояния от склада до поля 40 и более

километров применение перегрузочной технологической схемы становится неэффективной, так как из-за ожидания прибытия аммиаковозов неизбежны простой полевых агрегатов.

При расстоянии от склада до поля свыше 40 км более эффективным является использование перевалочной технологической схемы применения аммиака.

Перевалочная технологическая схема. Работа по перевалочной схеме предусматривает доставку жидкого аммиака от склада или железнодорожной цистерны до поля различными типами аммиаковозов, слив его в полевые промежуточные емкости, из которых полевые агрегаты самостоятельно направляются по мере израсходования аммиака.

Обязательным условием эффективного использования перевалочной схемы является наличие достаточного количества полевых промежуточных емкостей, из которых могут быть использованы прицепные заправщики различной емкости.

Промежуточные полевые емкости необходимо устанавливать на краю поля с таким расчетом, чтобы расстояние переездов полевых агрегатов к месту заправки было минимальным. При отсутствии возможности подъезда аммиаковозов до поля промежуточные емкости можно устанавливать на специальных заправочных пунктах, откуда они будут транспортироваться до поля (к началу смены) тракторами самих агрегатов. При работе по перевалочной схеме появляется возможность организовать двухсменную работу транспортных средств на перевозке жидкого аммиака.

Для бесперебойной работы агрегатов по внесению аммиака в почву по перевалочной технологии важно правильное определение количества аммиаковозов, промежуточных емкостей и полевых агрегатов, участвующих в работе.

С увеличением расстояния перевозок аммиака от склада до поля до 60 км и более эффективность перевалочной технологии также начинает снижаться. Поэтому при больших объемах использования жидкого аммиака на удобрение в дальних районах рекомендуется строить глубинные склады на 100 тонн с радиусом обслуживания 30-40 км, что позволит значительно повысить производительность аммиаковозов, и полевых агрегатов по внесению аммиака в почву.

6. ПОДГОТОВКА ПОЛЯ И АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВНЕСЕНИЮ ЖИДКОГО АММИАКА В ПОЧВУ

Жидкий аммиак на пахотных землях и под многолетние травы вносится на заранее подготовленных полях. Подготовка поля к работе включает в себя очистку участка от соломы и других препятствий, мешающих нормальной работе агрегатов, при необходимости разбивку ее на загоны.

Работы по внесению аммиака в почву рекомендуется организовать групповым методом, звеньями, включающими 3-6 полевых агрегатов. Групповой метод работы позволяет более производительно использовать машины и агрегаты, участвующие в этом технологическом процессе и создает условия для лучшего соблюдения техники безопасности трактористами-операторами.

При небольших размерах обрабатываемого участка лучше организовать работу всех агрегатов на одном загоне с интервалом движения друг за другом 12-15 м. Если площадь поля 50-100 и более гектаров, то участок лучше разбивать на отдельные загоны, ширина которых должна быть кратной ширине захвата одного агрегата. Работа по разбивке поля на загоны должна быть выполнена до начала работы агрегатов. При внесении аммиака после основной или предпосевной обработки почвы направление движения агрегатов выбирают в соответствии с направлением предшествующей обработки.

Перед заездом на загон тракторист-оператор должен еще раз проверить правильность установки рабочих органов и насоса-дозатора на заданную норму внесения аммиака, отсутствие пропусков жидкого аммиака в соединениях шлангов со штуцерами.

В процессе движения агрегата необходимо следить за поступлением жидкого аммиака в почву из всех питающих трубок рабочих органов. При нормальной работе шланги, соединяющие рабочие органы с распределителями, покрываются инеем. Отсутствие инея на каком-либо шланге указывает на то, что отверстия на подкормочной трубке данного рабочего органа засорились и не пропускают жидкий аммиак в почву. В этом случае необходимо отключить насос-дозатор, проехать 8-10 м до полного выхода остатков аммиака из шлангов и трубок и прочистить засорившиеся отверстия.

В конце загона, за 8-10 м до подхода к поворотной полосе, отключается насос-дозатор, что обеспечивает полный выход остатков жидкого аммиака из трубок в почву. На поворотной полосе рабочие органы культиватора обязательно выглубляются, при необходимости лапы и стойки очищаются от намерзшей земли и растительных остатков, и производится разворот. Разворот с заглубленными рабочими органами, из-за опасности их поломок, не разрешается.

Оперативный контроль за качеством внесения аммиака в почву осуществляется трактористом-оператором и агрономами хозяйств. Особое внимание необходимо уделять правильной установке агрегата на заданную норму и глубину внесения, на отсутствие ограждений и потерь аммиака улетучиванием в воздух.

Качество внесения жидкого аммиака рекомендуется оценить по показателям и градациям нормативов, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Балльная оценка качества внесения жидкого аммиака

Показатели	Градация нормативов	Баллы
Отклонение от нормы внесения, %	5	4
	10	3
	15	1
Отклонение от заданной глубины внесения, см	1	2
	2	1
Наличие потерь аммиака улетучиванием	имеется	-
	отсутствует	2
Наличие ограждений	имеется	-
	отсутствует	2

Качество работы следует оценить по количеству набранных баллов по десятибалльной системе:

9-10 баллов - отлично;

7-8 баллов - хорошо;

5-6 баллов - удовлетворительно;

Менее 5 баллов - неудовлетворительно.

Фактическую норму внесения жидкого аммиака на 1га определяют путем деления израсходованного аммиака на обработанную площадь. Глубину внесения проверяют мерной линейкой или шаблоном в начале, середине и в конце гона. При отклонении от заданной глубины ± 2 см проводят дополнительную регулировку. Наличие потерь аммиака улетучиванием в воздух определяют визуально.

Жидкий аммиак, в отличие от других видов азотных удобрений, вносится в почву в сжиженном виде под давлением и поэтому, для эффективного применения его в качестве высококонцентрированного азотного удобрения, необходимо соблюдать следующие основные агротехнические требования:

➤ для получения высоких урожаев с хорошим качеством применение жидкого аммиака под все сельскохозяйственные культуры должно со-

проводиться с обязательным внесением рекомендованных норм органических, фосфорных и калийных удобрений и химических мелиорантов;

➤ во избежание потерь аммиака улетучиванием его необходимо вносить только внутрипочвенно, то есть с одновременной заделкой в почву;

➤ глубина внесения аммиака зависит от гранулометрического состава почвы. Чем легче гранулометрический состав, тем больше распространяется аммиак в почве. В связи с этим на тяжелых почвах жидкий аммиак необходимо вносить на глубину 10-12 см, а на почвах легкого гранулометрического состава - на глубину 14-16 см;

➤ лучшие условия для качественного внесения и закрепления аммиака создаются при влажности почвы, равной 60-80 % от полной влагоемкости. При внесении аммиака в переувлажненную почву происходит замораживание земли и растительных остатков на рабочие органы агрегата. Это приводит к плохой заделке и, следовательно, значительным потерям аммиака. Внесение аммиака на сильно высохшую и крупнокомковатую почву также приводит к большим потерям азота из-за улетучивания в воздух. Поэтому, внесение аммиака в умеренно влажную почву, является одним из важных условий эффективного его применения;

➤ для предотвращения потерь аммиака улетучиванием его желательно вносить на предварительно обработанную почву;

➤ учитывая возможность распространения аммиака в почве от точки внесения до 15 см и более, рабочие органы культиватора при сплошном внесении следует устанавливать на расстоянии 30-40 см.

Соблюдение этих агротехнических требований позволит значительно повысить эффективность применения жидкого аммиака в качестве высококонцентрированного азотного удобрения.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЖИДКИМ АММИАКОМ

Жидкий аммиак является сильнодействующим ядовитым веществом и относится к группе взрывоопасных веществ. Поэтому овладение основами безопасной организации труда и безопасными методами выполнения работ является одной из важнейших предпосылок успешного применения жидкого аммиака в сельском хозяйстве.

Допуск лиц к работе с жидким аммиаком.

➤ К работе с жидким аммиаком допускаются лица, достигшие 18 летнего возраста, прошедшие медицинскую комиссию, обучение по соответствующей программе, проверку знаний в квалификационной ко-

миссии, получившие удостоверение на право обслуживания аммиачных емкостей и инструктаж по безопасным методам работ.

- Не допускаются к работе с жидким аммиаком:
 - а) лица, не достигшие 18 летнего возраста;
 - б) беременные женщины и кормящие матери;
 - в) лица, с заболеванием легких;
 - г) лица, не сдавшие экзамены по технике безопасности и правилам обращения с машинами для аммиака.

Техника безопасности при транспортировке жидкого аммиака.

Машины, предназначенные для перевозки жидкого аммиака, должны быть оборудованы: углекислотным (пенным) огнетушителем; бачком с водой (емкость не менее 10 л); аптечкой; заземляющей цепочкой; информационными таблицами об опасности груза спереди, слева и сзади на корпусе.

Водитель-заправщик должен иметь при себе фильтрующий противогаз, резиновые перчатки и прорезиновый фартук.

Кроме средств индивидуальной защиты водитель обязан иметь при себе:

- ★ аварийную карточку системы информации об опасности;
- ★ свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке жидкого аммиака;
- ★ маршрут движения, согласованный с органами ГИБДД;
- ★ свидетельство на право обслуживания машин, предназначенных к перевозке жидкого аммиака.

В процессе транспортировки жидкого аммиака водитель обязан строго, следовать по маршруту, согласованному с органами ГИБДД и по возможности избегать проезда через населенные пункты. Остановка для отдыха в населенных пунктах, вблизи животноводческих ферм, пасек, пастбищ запрещается. Такая остановка допускается не ближе 200 м от жилых и животноводческих строений и не менее 100 м от дорог с интенсивным движением транспорта.

Скорость движения аммиаковозов должна соответствовать условиям обеспечения безопасного движения, но не более 60 км/час. В случае пропуска аммиака из цистерны в пути следования водитель должен вывести машину в сторону от дороги, по направлению ветра, принять меры для предотвращения пропуска аммиака и обеспечить безопасность на данном участке вплоть до вывешивания знаков, запрещающих движение. В случае пролива на землю аммиака его необходимо обильно разбавлять водой.

Техника безопасности при внесении жидкого аммиака в почву.

Агрегат для внесения жидкого аммиака должен быть оборудован углекислотным (пенным) огнетушителем, аптечкой, бачком с водой не менее

10 л., использование которой для питья, мытья рук и других целей запрещается.

Тракторист-оператор должен иметь при себе аптечку, противогаз, резиновые перчатки и прорезиновый костюм. Он обязан перед началом работы осмотреть агрегат, обращая внимание на исправность и герметичность емкости, контрольно-измерительных приборов, предохранительного клапана, запорных вентилей и резиновых рукавов. В процессе работы он должен следить по манометру за давлением аммиака в емкости, за состоянием шлангов и креплением их к инъекторным трубкам.

В случае аварии (разрыв рукавов и т.п.) тракторист-оператор обязан:

- немедленно надеть средства индивидуальной защиты и перекрыть расходный вентиль на сосуде;
- установить агрегат на безопасном расстоянии от населенного пункта, жилых строений, животноводческих ферм;
- сообщить лицу, ответственному за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов, об аварии;
- по возможности принять меры к устранению выявленных неисправностей.

Запрещается оставлять агрегат с сосудом, заполненным жидким аммиаком, без надзора.

Первая помощь при поражении аммиаком.

При попадании аммиака в дыхательные пути пострадавшего необходимо немедленно вывести на свежий воздух. Давать пить теплое молоко с содой, производить ингаляции 10 % раствором ментола в хлороформе. Закапать в нос несколько капель 3 % раствора эфедрина (указанные лекарства должны быть в аптечке). При остановке дыхания следует сделать искусственное дыхание и срочно доставить пострадавшего в медпункт.

При попадании аммиака на кожу его нужно немедленно смыть обильным количеством воды, запас которой должен быть постоянно на агрегате или транспортной машине. При сильном поражении делать примочки 5 % раствором уксусной, лимонной или соляной кислот.

При случайном попадании аммиака вовнутрь нужно дать выпить 8-10 стаканов воды с добавлением к ней раствора уксусной или лимонной кислоты, вызвать искусственную рвоту, дать 2-3 столовые ложки растительного масла.

Во всех случаях тяжелого поражения аммиаком необходимо организовать срочную доставку пострадавшего в ближайший медпункт.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Укажите важнейшие азотсодержащие вещества в растения.
2. Каковы особенности питания растений нитратным и аммонийным азотом?
3. Как Вы понимаете выражение Д. Н. Прянишникова, о том, что «аммиак есть альфа и омега в обмене азотистых веществ в растениях»?
4. Укажите симптомы азотного голодания растений.
5. Укажите симптомы избыточного снабжения растений азотом.
6. Каково содержание действующего вещества в жидким аммиаке?
7. Где и когда были проведены первые опыты по применению жидкого и водного аммиака в качестве удобрения?
8. Почему жидкий аммиак необходимо хранить и перевозить в стальных баллонах или цистернах, выдерживающих высокое давление?
9. Что является главным преимуществом жидких азотных удобрений перед твердыми азотными удобрениями?
10. Почему стоимость производства единицы азота в жидких азотных удобрениях на 30-45 % ниже, чем при производстве твердых азотных удобрений?
11. Почему затраты на хранение, транспортировку, подготовку и внесение жидкого аммиака в расчете на единицу действующего вещества существенно меньше по сравнению с другими азотными удобрениями?
12. На какое расстояние распространяется действие жидкого аммиака от точки его внесения?
13. Возможно ли улучшение питания растений при внесении жидкого аммиака не только азотом, но и другими макро- и микроэлементами?
14. Возможно ли осенне внесение жидкого аммиака в условиях Татарстана и почему?
15. Укажите основные недостатки жидкого аммиака при использовании его в качестве удобрения.
16. Как можно установить рациональные дозы и нормы внесения жидкого аммиака под сельскохозяйственные культуры?
17. Какой срок внесения жидкого аммиака следует считать оптимальным в парющую почву до посева озимых в условиях РТ?
18. Какой срок внесения жидкого аммиака следует считать целесообразным под яровые зерновые в условиях РТ?
19. Какой срок внесения жидкого аммиака следует считать целесообразным под пропашные культуры в условиях РТ?
20. По каким технологическим схемам может быть осуществлено внесение жидкого аммиака?
21. От каких факторов зависит выбор технологической схемы внесения жидкого аммиака?
22. Раскройте суть прямоточной технологии внесения жидкого аммиака.

23. Раскройте суть перегрузочной технологии внесения жидкого аммиака.
24. Раскройте суть перевалочной технологии внесения жидкого аммиака.
25. Как изменяется эффективность прямоточной технологии внесения жидкого аммиака в зависимости от расстояния от склада до поля?
26. В чем заключается преимущество перегрузочной технологии перед прямоточной технологией внесения жидкого аммиака?
27. Какие трудности могут возникать при внесении жидкого аммиака по перегрузочной схеме?
28. С какого расстояния от склада до поля применение перегрузочной технологической схемы внесения жидкого аммиака становится неэффективной?
29. Какая технологическая схема внесения жидкого аммиака не возможна без наличия полевых промежуточных емкостей?
30. В чем заключается подготовка поля к внесению жидкого аммиака?
31. Что должен проверить тракторист-оператор перед заездом на загон?
32. О чём свидетельствует отсутствие инея на каком-либо шланге, соединяющем рабочие органы с распределителями?
33. На каком расстоянии до поворотной полосы следует отключить насос-дозатор агрегата, и с какой целью это делается?
34. По каким показателям оценивается качество внесения жидкого аммиака?
35. На какую глубину должен вноситься жидкий аммиак, и от каких факторов она зависит?
36. На каком расстоянии должны устанавливаться друг от друга рабочие органы культиватора при сплошном внесении жидкого аммиака?
37. Кто не допускается к работе с жидким аммиаком?
38. Какие правила техники безопасности следует соблюдать при транспортировке жидкого аммиака?
39. Какие правила техники безопасности следует соблюдать при внесении жидкого аммиака в почву?
40. Что должен делать тракторист-оператор агрегата по внесению жидкого аммиака в случае аварии (разрыв рукавов и т.п.)?
41. В чем заключается первая помощь при попадании аммиака в дыхательные пути?
42. В чем заключается первая помощь при попадании аммиака на кожу?
43. В чем заключается первая помощь при попадании аммиака вовнутрь?
44. На какие годы приходилось максимальные объемы применения жидкого аммиака в качестве азотного удобрения в Республике Татарстан?
45. Что является сдерживающим фактором возобновления широкого применения жидких азотных удобрений в Республике Татарстан в настоящее время?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Гилязов, М.Ю. Агрономическая химия: Методические указания / М.Ю. Гилязов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2011. - 96 с.
- 2.Колдаев, М.В. Рекомендации и методические указания по организации и технологии применения жидких минеральных удобрений / М.В. Колдаев, И.В. Брагин, А.Н. Кондратенко и др. - М., 1983.
- 3.Кореньков, Д.А. Агрохимия азотных удобрений / Д.А. Кореньков. - М.: Наука, 1976. - 223 с.
- 4.Минеев, В. Г. Агрохимия /В.Г. Минеев. - М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. - 720 с.
- 5.Пожарский, В.К. Методические указания по применению жидкого аммиака в сельскохозяйственном производстве / В.К. Пожарский, Р.Ф. Давыдов, С.В. Щинова и др. - М., 1975.
- 6.Пожарский, В.К. Рекомендации по технологии применения жидкого аммиака в сельском хозяйстве / В.К. Пожарский, Е.Н. Баландин, М.В. Колдаев. - М., 1980.
- 7.Шакиров, В.З. Безводный аммиак и урожай зеленой массы кукурузы / В.З. Шакиров, О.А. Зиганшин, И.И. Вишнякова И.И. // Степные просторы. - 1978. - № 10. - С. 26-27.
- 8.Шакиров, В. З. Безводный аммиак под яровую пшеницу / В.З. Шакиров, О.А. Зиганшин, И.И. Вишнякова И.И // Степные просторы. - 1981. - № 2. - С. 20-21.
- 9.Шакиров, В.З.Применение жидкого аммиака / В. З. Шакиров, Х.Н. Имамов // Земледелие. - 1983., - № 9. - С. 48-49.
- 10.Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко - М.: Мир, 2003. - 584 с.
- 11.Янкин, В.М. Рекомендации по организации и технологии применения жидкого аммиака на удобрение / В.М. Янкин, В.И. Макоев, В.И. Бахарев и др. - Рязань, 1981.

Приложение 1

Примерное потребление (нормативный вынос) азота основной и побочной продукцией сельскохозяйственных культур
(по данным ряда авторов)

Культура	Основная продукция	Вынос азота, кг/ц	Культура	Основная продукция	Вынос азота, кг/ц
Яровая пшеница	зерно	3,5	Вика с овсом	сено	1,5
Озимая пшеница	зерно	3,0	Клевер с тимофеевкой	сено	1,5
Озимая рожь	зерно	2,5	Эспарцет	сено	1,5
Ячмень	зерно	2,5	Сераделла	сено	1,5
Овес	зерно	3,3	Естественные пастища	сено	1,5
Картофель	клубни	0,50	Клевер	сено	0,73
Люцерна	сено	0,90	Тимофеевка	сено	1,6
Просо	зерно	3,3	Подсолнечник	зеленая масса	0,3
Гречиха	зерно	3,0	Кукуруза	зеленая масса	0,3
Горох	зерно	2,2	Горох с овсом	зеленая масса	0,3
Подсолнечник	семена	6,0	Вика с овсом	зеленая масса	0,3
Рапс	семена	5,5	Озимая рожь	зеленая масса	0,3
Сахарная свекла	корне-плоды	0,59	Капуста белокочанная	кочаны	0,38
Кормовая свекла	корне-плоды	0,49	Томаты	плоды	0,35
Турнепс	корне-плоды	0,48	Огурцы	плоды	0,36
Кормовая морковь	корне-плоды	0,52	Лук	луковицы	0,3
Столовая свекла	корне-плоды	0,32	Плодовые и ягодные	плоды и ягоды	0,5

Приложение 2

Примерные коэффициенты использования растениями подвижных форм азота из почвы

Нечерноземные почвы		Черноземные почвы	
минеральный*	щелочно-гидролизуемый**	минеральный	щелочно-гидролизуемый
Яровые зерновые и однолетние травы			
0,45-0,65	0,20-0,35	0,35-0,55	0,20-0,35
Озимые зерновые и многолетние травы			
0,55-0,75	0,25-0,40	0,45-0,65	0,25-0,40
Пропашные			
0,65-0,95	0,30-0,50	0,55-0,75	0,30-0,50

Примечание: * - рекомендации М.Ю. Гилязова;
** - данные А.А. Зиганшина (1987).

Приложение 3

Примерные коэффициенты использования питательных элементов из удобрений
(по данным Смирнова П.М., Муравина Э.А., 1984)

Годы действия	Коэффициенты использования азота	
	минеральные удобрения	органические удобрения
За ротацию	0,65-0,75	0,50-0,60
в т. ч за 1-ый год	0,55-0,70	0,20-0,30
за 2-ой год	0,03-0,05	0,15-0,20
за 3-ый год	-	0,05-0,10