

## ИЗВЕСТКОВО-АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Набиев Абдурахим Абдухамидович**

старший научный сотрудник-соискатель,  
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан  
100170, г. Ташкент, Узбекистан, улица Мирзо Улугбек, 77-а  
E-mail: [igic@rambler.ru](mailto:igic@rambler.ru)

**Намазов Шафоат Саттарович**

заведующий лабораторией фосфорных удобрений,  
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан  
100170, г. Ташкент, Узбекистан, улица Мирзо Улугбек, 77-а  
E-mail: [igic@rambler.ru](mailto:igic@rambler.ru)

**Сейтназаров Атаназар Рейнназарович**

главный научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан  
100170, г. Ташкент, Узбекистан, улица Мирзо Улугбек, 77-а  
E-mail: [igic@rambler.ru](mailto:igic@rambler.ru)

**Реймов Ахмед Мамбеткаримович**

заместитель директора по научной работе,  
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан  
100170, г. Ташкент, Узбекистан, улица Мирзо Улугбек, 77-а  
E-mail: [igic@rambler.ru](mailto:igic@rambler.ru)

**Беглов Борис Михайлович**

главный научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан  
100170, г. Ташкент, Узбекистан, улица Мирзо Улугбек, 77-а  
E-mail: [igic@rambler.ru](mailto:igic@rambler.ru)

**Айымбетов Максет Жолыбаевич**

заведующий кафедрой «Химическая технология»  
Каракалпакского государственного университета им. Бердаха  
230132, Каракалпакстан, г. Нукус, улица. акад. Ш. Абдирова, 1  
E-mail: [karsu\\_info@edu.uz](mailto:karsu_info@edu.uz)

## CARBONATE-AMMONIUM NITRATE AND ITS USING IN AGRICULTURAL PRODUCTION

**Abduraxim Nabiyev**

senior scientific researcher,  
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
100170, Uzbekistan, Tashkent, Mirzo Ulugbek str., 77-a

**Shafoat Namazov**

manager of laboratory of «Phosphate fertilizers»,  
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
100170, Uzbekistan, Tashkent, Mirzo Ulugbek str., 77-a

**Atanazar Seytnazarov**

chief scientific researcher,  
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
100170, Uzbekistan, Tashkent, Mirzo Ulugbek str., 77-a

**Akhmed Reymov**

deputy on science,

*Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
100170, Uzbekistan, Tashkent, Mirzo Ulugbek str., 77-a***Boris Beglov**

main scientific researcher,

*Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
100170, Uzbekistan, Tashkent, Mirzo Ulugbek str., 77-a***Makset Ayimbetov***chef of "Chemical engineering" department in Karakalpak state university named after Berdakh,  
1 academician Sh. Abdirrov,  
230132, Karakalpakstan, Nukus, Acad. Sh. Abdirova str., 1*

### АННОТАЦИЯ

В обзорной статье рассмотрены способы получения известково-аммиачной селитры (ИАС) и даны сведения о её агрохимической характеристике. ИАС можно хранить и перевозить в незатаренном виде. На складах это азотнокальциевое удобрение в осенне-зимний период не слеживается и в течение 7 месяцев сохраняет 100 %-ную рассыпчатость. ИАС с высоким содержанием  $\text{CaCO}_3$  почти не подкисляет почвенную среду и потому используется на кислых почвах. ИАС с меньшим содержанием  $\text{CaCO}_3$  и большим содержанием азота рекомендуется применять на почвах с нейтральной и щелочной реакцией. Когда в качестве исходного материала для производства ИАС используется доломит, в её составе появляется и магний. Эти три элемента играют очень большую роль в жизни растений. Азот – важнейший питательный элемент всех растений. Кальций содержится во всех растительных органах. Недостаток кальция, прежде всего, сказывается на развитии корневой системы. Больше всего кальция потребляют капуста, люцерна, клевер. Магний играет важную физиологическую роль в процессе фотосинтеза. Наибольшее количество магния поглощают картофель, сахарная и кормовая свекла, табак, зернобобовые и бобовые травы.

### ABSTRACT

In overview article it was considered ways of the preparation of carbonate ammonium nitrate (CAN) and was given some information about its agricultural chemistry properties. CAN can be kept and carried in unpacking form. In addition, this nitrogen calcium fertilizer in autumn and winter seasons does not packed in the storages and reserves 100% friability for 7 monthes. CAN with high contents of  $\text{CaCO}_3$  nearly do not acidize the soil ambience and is therefore used on acidic soils. CAN with smaller contents of  $\text{CaCO}_3$  and large contents of the nitrogen are recommended use on ground with neutral and alkaline reaction. When as source material for production CAN is used limestone or chalk, it contains two nourishing elements - a nitrogen and calcium. But when is used dolomite, in its composition appears and magnesiumium. These three elements play very greater role in lifes of the plants. The nitrogen – the most important nourishing element of all plants. Calcium is contained in all vegetable organ. The defect calcium, first of all, tells on development of the root system. Most of all, calcium comsume the cabbage, lucerne, dutch clover. The magnesium plays the important physiological role in process of the photosynthesis. The most amount of magnesium absorbs the potatoes, sugar and stern beet, tobacco, зернобобовые and bob herbs.

**Ключевые слова:** нитрат аммония, известняк, мел, доломит, известково-аммиачная селитра, получение, агрохимическая эффективность.

**Keywords:** ammonium nitrate, limestone, chalk, dolomite, carbonate-ammonium nitrate, obtain, agricultural chemistry efficiency.

**Введение.** Аммиачная селитра (АС) является одним из наиболее эффективным и самым распространенным в мире азотным удобрением. Её можно применять на всех типах почв и под все сельскохозяйственные культуры. Она вносится как основное удобрение и в подкормку. В Узбекистане три крупных промышленных предприятия АО «Максам-Чирчик», «Навоиазот» и «Ферганаазот» производят её для сельского хозяйства. Совокупная мощность этих трёх заводов составляет 1,7 млн. т селитры в год.

Но данное удобрение имеет два очень серьёзных недостатка – это её слеживаемость при хранении и

повышенная взрывоопасность [10, 9]. Если со слеживаемостью научились бороться путём введения в селитру различных добавок, то проблема взрывоопасности полностью не решена. Для устранения слеживаемости селитры в неё вводят в малом количестве (до 0,5%) сульфатную, сульфатно-фосфатную, сульфатно-фосфатно-боратную добавки, каустический магнезит и другие вещества [8]. Но наилучшей из них оказался каустический магнезит.

Известно, что чистая аммиачная селитра представляет собой окислитель, способный поддерживать горение [25]. При нормальных условиях окружаю-

щей среды АС – стабильное вещество. При нагревании её в замкнутом пространстве, когда продукты терморазложения не могут свободно удаляться, селитра может при некоторых условиях взрываться. Она способна также детонировать при воздействии сильной ударной нагрузки или при инициировании взрывчатыми веществами.

В качестве веществ – добавок, снижающих уровень потенциальной опасности аммиачную селитру содержащих удобрений, в большом количестве используются:

- карбонатсодержащие соединения природного и техногенного происхождения (мел, карбонат кальция, доломит);
- калийсодержащие вещества (хлористый калий, сульфат калия);
- вещества, содержащие одноименный катион-аммоний: сульфат аммония, орто- и полифосфаты аммония;
- прочие балластные вещества, не несущие полезной нагрузки, а определяющие только механическое разбавление АС (гипс, фосфогипс и прочие) [10].

Сильные стороны карбоната кальция как добавки к АС:

- допускает регулирование соотношения известняк :  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  в широком диапазоне со снижением содержания  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  до 60-75%; ведь было уже доказано, что взрывоопасные свойства АС снижаются при доведении содержания в ней азота до 26-28% путём введения в её состав различных неорганических добавок [8];
- получение агрохимически ценных удобрений, содержащих структурообразователь и раскислитель почв наряду с основным питательным компонентом;
- дешевизна и доступность материала (массштабное производство природного известняка).

И слабые стороны этой добавки:

- требует соответствующего аппаратного оформления процесса и практически исключает использование типового оборудования получения традиционной АС;
- слабое влияние карбонатсодержащей добавки как механической составляющей на отличительные свойства АС (термостабильность, условия перехода аллотропных модификаций);
- необходимость жесткого контроля примесного состава карбонатсодержащего компонента;
- низкое содержание основного питательного компонента, ограничивающее экономическую эффективность его использования [10].

Несмотря на отмеченные слабые стороны известковой добавки к АС, она очень широко используется в мире с получением, так называемой известково-аммиачной селитры (ИАС). Во всём мире такую селитру с содержанием азота 20-33% производят и поставляют 42 фирмы [17]. Из них в Европе – 31 фирма: в Германии – 6, Бельгии – 4, Испании – 5, Англии – 3, Греции – 2, Голландии – 3. Остальные фирмы расположены в Австрии, Дании, Финляндии, Франции, Италии, Португалии, Швеции и Швейцарии. Доля

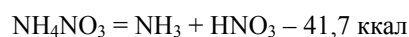
мощностей ИАС оценивается примерно в 7%. В Бельгии, Ирландии, Германии и Нидерландах вместо АС используется ИАС. В последние годы и Российские заводы: Ангарский завод минудобрений, Куйбышевский «Азот», ОАО «Дорогобуж», ОАО «Невинномысский Азот» и Новомосковская АК «Азот» стали производить ИАС с содержанием азота 32%.

**Способы производства известково-аммиачной селитры.** Сущность процесса производства ИАС состоит в смешении тонко измолотого карбоната кальция (известняка, мела) с плавом нитрата аммония и грануляции смеси в шнековых грануляторах или грануляционных башнях.

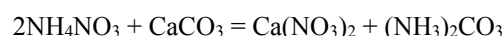
Для проведения нормального режима грануляции с применением шнековых-грануляторов необходимо поддерживать постоянное содержание влаги и температуру в грануляторе, чтобы работать в оптимальной зоне [25]. Слишком влажная или слишком сухая грануляция приводит к образованию более крупных или более мелких гранул соответственно. Для получения 1 тонны 25 %-ной по азоту ИАС необходимо подавать в гранулятор около 750 кг 95-96 %ного раствора АС, 250 кг известняка (влажностью порядка 0,5%) и 3 т сухого рецикла (влажностью 0,1-0,5%). Для испарения влаги в гранулятор подаётся тёплый воздух.

Основной трудностью при гранулировании расплава ИАС в гранбашне являются частые забивки отверстий гранулятора твердыми частицами. Фильтрация перед проведением процесса грануляции во многих случаях не представляется возможной, так как взвеси являются составной частью удобрения. Совершенствованию процесса гранулирования расплава ИАС в башнях посвящены работы [22, 7, 21, 23, 15]. В результате этих работ были установлены причины сбоев работы центробежного гранулятора (забивка отверстий твердыми частицами), запатентованы конструктивные способы их устранения, предложен алгоритм расчета центробежного гранулятора и создан новый центробежный гранулятор, в котором уже не происходит забивка отверстий твердыми частицами расплава нитрат аммония-известняк [15].

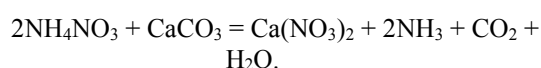
Нитрат аммония в расплавленном состоянии заметно разлагается по уравнению:



и кислотность плава постепенно повышается. Поэтому при смешении карбоната кальция с плавом нитрата аммония протекает реакция



При относительно высокой температуре смешения компонентов углекислый аммоний разлагается на  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  и воду. Поэтому реакция карбоната кальция с расплавом нитрата аммония выглядит следующим образом:



Благодаря этой реакции часть связанного азота теряется в виде газообразного аммиака и в смеси появляется некоторое количество нитрата кальция, присутствие которого оказывает существенное влияние на физические свойства получаемой ИАС, повышая её гигроскопичность.

Ингибиторами образования нитрата кальция при сплавлении известняка с нитратом аммония являются также вводимые в известняк в небольших количествах серная кислота, сульфаты аммония, магния, кальция, железа, кремнефториды натрия, калия и аммония, диаммоний и дикальцийфосфаты. В работе [3] говорится о том, что введением некоторых неорганических добавок в известково-аммиачную селитру можно значительно уменьшить количество  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , являющегося причиной увеличения гигроскопичности селитры и её слеживания. Наиболее эффективной является добавка 1%  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Хорошие результаты получены при введении в селитру  $\text{MgSO}_4$ , особенно в случае предварительного смешения его с  $\text{CaCO}_3$ . Добавка аммонизированного суперфосфата снижает гигроскопичность селитры, но усиливает её склонность к слеживанию.

В работе [2] доказывается, что применение добавки доломита вместо известняка при производстве удобрений на основе аммиачной селитры не только не вредит, но в ряде случаев приводит к повышению урожая по сравнению с известково-аммиачной селитрой, полученной обычным путём. Доломит измельчали аналогично применяемому известняку. Температура расплава 155-160°C. Результаты опытов показали, что количества водорастворимых кальция и магния в пробах, полученных с доломитом, значительно меньше, чем в пробах с известняком. При использовании доломита вместо известняка уменьшаются потери азота, так как  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  вступает в реакцию с доломитом трудней, чем с известняком. Указанные положительные свойства доломита обуславливаются различием в кристаллическом строении известняка и доломита, причём последний образует комплекс типа двойной соли.

Исследования свойств известково-аммиачной селитры показали, что при применении в качестве добавки доломита уменьшаются потери азота в виде  $\text{NH}_3$  при производстве, хранении, транспорте и использовании удобрения. Вследствие более высокой гигроскопической точки продукт не слеживается при хранении [1].

**Агрехимическая эффективность известково-аммиачной селитры.** ИАС выпускается в виде гранул с содержанием 21-28% азота и различным соотношением аммиачной селитры и карбоната кальция. Например, в состав удобрения, содержащего 21% азота, входит 60%  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и 40%  $\text{CaCO}_3$ , при 26% азота – соответственно 74%  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и 26%  $\text{CaCO}_3$ . ИАС с высоким содержанием  $\text{CaCO}_3$  почти не подкисляет почвенную среду и потому используется на кислых почвах. ИАС с меньшим содержанием  $\text{CaCO}_3$  и большим содержанием азота рекомендуется применять на почвах с нейтральной и щелочной реакцией [16]. Присутствие в ИАС двух форм азота – нитратной и аммонийной – делают её более эффективной,

чем кальциевая селитра и мочевины, не говоря уже о безводном аммиаке [24].

Когда в качестве исходного материала для производства ИАС используется известняк или мел, она содержит два питательных элемента – азот и кальций. Но когда используется доломит, в её составе появляется и магний. Эти три элемента играют очень большую роль в жизни растений.

Азот – важнейший питательный элемент всех растений. Он входит в состав таких важных органических веществ, как белки, нуклеиновые кислоты, нуклеопротеиды, хлорофилл, алкалоиды, фосфатиды и другие. Нуклеиновые кислоты играют важнейшую роль в обмене веществ в растительных организмах. Они являются также носителями наследственных свойств живых организмов. Поэтому трудно переоценить роль азота в этих жизненно важных процессах у растений. Кроме того, азот является важнейшей составной частью хлорофилла, без которого не может протекать процесс фотосинтеза, а следовательно, не могут образовываться важнейшие для питания человека и животных органические вещества. Нельзя не отметить также большое значение азота как элемента, входящего в состав ферментов – катализаторов жизненных процессов в растительных организмах. Азот входит в органические соединения, в том числе в важнейшие из них – аминокислоты белков. Азот, фосфор и сера вместе с углеродом, кислородом и водородом являются строительным материалом для образования органических веществ и, в конечном счете, живой ткани. О значении азота очень хорошо сказал академик Дмитрий Николаевич Прянишников: «Усвояемый азот почвы, если не принимать особых мер, увеличивающих его содержание, в настоящее время является на земле главным ограничивающим фактором жизни» [13, 19].

Кальций оказывает многостороннее положительное действие на растение. В природе растения редко испытывают недостаток в этом элементе. Он необходим на сильнокислых и солонцеватых почвах, что объясняется насыщенностью поглощающего комплекса в первом случае водородом, во втором – натрием. Кальций содержится во всех растительных органах. Недостаток кальция прежде всего сказывается на развитии корневой системы. На корнях перестают образовываться корневые волоски, через которые в растение из почвы поступает основная масса питательных веществ и воды. При отсутствии кальция корни ослизняются и загнивают, наружные клетки их разрушаются, ткань превращается в слизистую бесструктурную массу.

Кальций оказывает положительное действие и на рост надземных органов растений. При резком его недостатке появляется хлоротичность листьев, отмирает верхушечная почка и прекращается рост стебля. Кальций усиливает обмен веществ в растениях, играет важную роль в передвижении углеводов, оказывает влияние на превращение азотистых веществ, ускоряет расход запасных белков семени при прорастании. Одной из важных функций этого элемента является его влияние на физико-химическое состояние протоплазмы – её вязкость, проницаемость и другие

свойства, от которых зависит нормальное протекание биохимических процессов. Кальций влияет и на активность ферментов. Известкование почвы существенно влияет на биосинтез витаминов.

Растения с урожаем выносят различное количество кальция. Больше всего кальция потребляют капуста, люцерна, клевер, которые отличаются высокой чувствительностью к повышенной кислотности почвы [13].

Магний входит в состав хлорофилла, фитина, пектиновых веществ, содержится он в растениях и в минеральной форме. Больше его в семенах и молодых растущих частях растений, а в зерне он локализуется главным образом в зародыше. Исключением являются корне- и клубнеплоды, большая часть бобовых культур, у которых магния больше в листьях. Магний играет важную физиологическую роль в процессе фотосинтеза. Он влияет также на окислительно-восстановительные процессы в растениях, активизирует многие ферментативные процессы, особенно фосфорилирование и регуирование коллоидно-химического состояния протоплазмы клеток. Недостаток магния тормозит синтез азотсодержащих соединений, особенно хлорофилла. Внешним признаком недостаточности этого элемента является хлороз листьев. У хлебных злаков недостаток магния вызывает мраморность и полосчатость листьев, у двудольных растений желтеют участки листа между жилками.

Недостаток магния проявляется, прежде всего, на дерновоподзолистых кислых почвах лёгкого гранулометрического состава. Чем легче почвы по гранулометрическому составу и чем они кислее, тем меньше содержат магния и тем острее необходимость во внесении магниевых удобрений. Наибольшее количество магния поглощают картофель, сахарная и кормовая свекла, табак, зернобобовые и бобовые травы. Чувствительны к недостатку этого элемента конопля, просо, сорго, кукуруза [13].

С агротехнической точки зрения ИАС практически нейтральна, не подкисляет почву, как это происходит при использовании аммиачной селитры и сульфата аммония, и систематическое её применение не требует поддерживающего известкования. ИАС с содержанием азота 20% считается щелочным удобрением, около 23% – нейтральным, с 26% и более – слабокислым. Она наполовину состоит из быстродействующей селитры (нитратный азот) и наполовину –

из медленнодействующего аммонийного азота с длительным последствием; аммонийный азот в почве связывается с органическими и глинистыми фракциями. ИАС можно вносить осенью и весной под все культуры, а также в подкормку в период вегетации.

ИАС заняла прочное место в ассортименте азотных удобрений в западных и восточных странах Европы. В Германии, например, доля её в общем количестве азотных удобрений превышает 50%, в Голландии – 70%, а в Чехии и Словакии она полностью вытеснила аммиачную селитру [4]. Объясняется это тем, что почвы в этих странах носят в основном кислый характер. К негативным свойствам кислых почв относятся:

- высокая кислотность почв;
- недостаточное содержание подвижных форм N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O;
- низкое содержание подвижных форм микроэлементов;
- плохие агрохимические, агрофизические и физические свойства;
- повышенное содержание подвижных форм алюминия;
- низкая биологическая активность почв;
- отрицательное влияние высокой концентрации водородных ионов на физико-химическое состояние протоплазмы, рост корневой системы, обмен веществ у растений;
- активное развитие таких форм грибов, как пенициллиум, фузариум, триходерма;
- активная мобилизация токсических тяжелых металлов [17].

Высокая кислотность почв – это бич для урожая. Вот её-то и нейтрализует карбонат кальция, входящий в состав известково-аммиачной селитры.

При основном внесении ИАС под зерновые колосовые культуры на слабокультуренных кислых почвах [pH (KCl) < 6] урожай зерна, как правило, выше, чем при применении мочевины (на 2-3 ц/га) или сульфата аммония (на 3-4 ц/га), а на окультуренных почвах с pH 6,5-7,2 – такие же, как и при использовании аммиачной селитры или сульфата аммония, и выше, чем мочевины. Это хорошо иллюстрируется данными таблицы 1, где сравнивается эффективность ИАС и мочевины в двух нормах по азоту на почвах с разными уровнями кислотности [4].

**Таблица 1.**

**Урожай зерна яровой пшеницы (ц/га) на почвах различной кислотности при применении ИАС и мочевины (удобрения вносили вразброс без заделки)**

pH (KCl)	ИАС		Мочевина	
	N <sub>60</sub>	N <sub>120</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>120</sub>
5,5	34,0	37,1	32,6	37,7
6,5	38,5	42,2	36,0	40,3
7,2	42,9	45,7	41,0	43,5

Снижение эффективности мочевины на нейтральных и щелочных почвах объясняется усиле-

нием газообразных потерь аммиака в результате гидролиза удобрения. Классификация почв по степени кислотности приведены в табл. 2.

Таблица 2.

## Группировка почв по степени кислотности, определяемой в солевой вытяжке [20]

Степень кислотности почв	pH (KCl)
Очень сильнокислые	менее 4,0
Сильнокислые	4,1-4,5
Среднекислые	4,6-5,0
Слабокислые	5,1-5,5
Близкие к нейтральным	5,6-6,0
Нейтральные	более 6,0

Кислые почвы распространены в Западной и Восточной Европе, Белоруссии и в нечернозёмной зоне России. Закисление почв происходит и на Украине [6]. Среди пахотных земель стран СНГ почв с повышенной кислотностью около 45 млн. га, а нуждающихся в известковании – свыше 60 млн. га. В основном это дерново-подзолистые и светло-серые лесные почвы. Часть кислых почв встречается среди болотных, серых лесных почв и краснозёмов [13].

По отношению к кислотности почвы полевые культуры делятся на группы:

I группа – свекла (сахарная, кормовая), клевер красный, люцерна, горчица; наиболее чувствительны к кислотности почвы, требуют нейтральной или слабощелочной реакции (pH 6,2-7,0) и очень хорошо отзываются на известкование;

II группа – кукуруза, пшеница, ячмень, горох, бобы, турнепс, капуста кормовая, клевер шведский, лисохвост, костер и пелюшка, вика; нуждаются в слабокислой и близкой к нейтральной реакции (pH 5,1-6,0), хорошо отзываются на известкование;

III группа – рожь, овёс, тимофеевка, гречиха, переносят умеренную кислотность почвы (pH 4,6-5,0), положительно отзываются на высокие дозы извести;

IV группа – подсолнечник, картофель, лён легко переносят умеренную кислотность и лишь на сильно- и среднекислых почвах требуют известкования;

V группа – люпин и сераделла; малочувствительны к повышенной кислотности почвы [13].

В табл. 3 приведены интервалы pH, благоприятные для развития различных сельскохозяйственных культур [14].

Многочисленные исследования агрохимической эффективности мочевины и раствора карбамид-аммиачная селитра (КАС), проведённые в последнее десятилетие в странах Западной и Восточной Европы, показали, что эти удобрения по действию равны или немного уступают ИАС при заделке в почву под озимую пшеницу и рожь, яровой ячмень и овёс, картофель и сахарную свеклу. При внесении вразброс мочевины уступает ИАС, прежде всего на песчаных и карбонатных почвах, где особенно велики потери азота при улетучивании.

Таблица 3.

## Интервалы pH для развития сельскохозяйственных культур

Культура	Интервал pH	Культура	Интервал pH
Бобы кормовые	6,0-7,0	Огурцы	6,0-8,0
Брюква	4,8-5,5	Орех грецкий	6,8-8,0
Вика	6,0-7,0	Пастернак	6,0-8,0
Виноград	6,0-8,0	Персик	6,0-8,0
Вишня	6,0-8,0	Подсолнечник	6,0-6,8
Голубика	5,8-6,0	Поленица	6,0-7,0
Горох	6,0-8,0	Помидоры	6,0-7,0
Гречиха	4,7-7,5	Просо	5,5-7,5
Груша	6,0-8,0	Пшеница	6,0-7,0
Ежа сборная	6,0-8,0	Редис	5,0-7,3
Земляника	5,0-6,0	Репка	6,0-8,0
Капуста цветная	5,5-6,6	Рожь	5,0-7,7
Капуста кочанная	6,0-7,0	Салат	6,0-7,0
Капуста листовая	6,0-8,0	Салат-латук	6,0-7,0
Картофель	4,8-5,4	Свёкла	5,8-7,0
Клевер	6,0-7,0	Свекла сахарная	7,0-7,5
Клюква	4,0-5,0	Сельдерей	6,0-6,5
Конопля	6,7-7,4	Слива	6,0-8,0
Кукуруза	6,0-7,0	Соя	6,5-7,5
Лён	6,0-7,0	Фасоль	
			5,3-6,0

Люпин	4,6-6,0	Хлопчатник	6,5-7,3
Люцерна	6,0-7,0	Чайный куст	4,0-5,0
Лук	6,0-7,0	Шпинат	6,5-7,0
Малина	5,0-6,0	Яблоня	6,0-8,0
Морковь	5,3-6,0	Ячмень	6,0-7,5
Овёс	6,0-7,0		

Растворы мочевины с аммиачной селитрой удобны для некорневой подкормки зерновых и пропашных культур. Опыты показали, что эффективность таких подкормок уступает действию сухой ИАС: при подкормке сахарной свеклы качеством корнеплодов было ниже, чем при предпосевном внесении всей дозы азота в виде известково-аммиачной селитры. Поздняя подкормка озимых зерновых культур растворами мочевины и карбамида с селитрой действовала значительно хуже, чем поверхностное внесение ИАС, особенно в сухую погоду [18].

ИАС, особенно современных сортов с повышенным содержанием азота (26-28%), не решает проблемы физиологически кислых удобрений (аммиачная селитра и сульфат аммония). При её применении остаётся необходимость периодического внесения известковых материалов [11].

При всех способах внесения ИАС газообразные потери азота на щелочных почвах минимальны. При поверхностном внесении разброс в зависимости от содержания обменного кальция в почве (1,8-18,7 экв на 100г) и глины (8-50%) улетучивается азота 7-23 кг/га при норме её внесения 120 кг/га. В то же время при заправке под плуг потери сокращаются до 3-12 кг/га, при локальном внесении – до 1-5 кг/га. В идентичных условиях из мочевины из 120 кг/га внесенного азота улетучивается 20-48, 16-39 и 9-24 кг/га аммонийного азота.

Потери азота из ИАС не зависят от размера гранул, если диаметр частиц не превышает 6,3 мм. Нет зависимости и от нормы внесения удобрения. Из мочевины же при высоких нормах на супесчаных почвах через 15 суток после поверхностного применения теряется до 20% азота.

Таким образом, ИАС остаётся не только экономичным, но и экологически чистым удобрением, особенно при локальном внесении.

ИАС при содержании азота не выше 28% не горит. Даже при сильной детонации не считается взрывоопасным веществом. Преимущество ИАС проявляется на более кислых и песчаных почвах с рН (КС) 4-5. В этих условиях прибавка урожайности зерна озимой пшеницы от подкормки аммиачной селитрой составила 6,6 ц/га, а от ИАС – 10,1 ц/га [17].

ИАС можно хранить и перевозить в незатаренном виде. На складах это азотнокальциевое удобрение в осенне-зимний период не слеживается и в течение 7 месяцев сохраняет 100 %-ную рассыпчатость. Сухие тукосмеси из известково-аммиачной селитры, аммофоса и хлористого калия с соотношением  $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1$  устойчивы к сегрегации [5, 12].

**Заключение.** С целью устранения недостатков АС была разработана технология получения ИАС путем введения в расплав нитрата аммония известковых материалов. Гранулирование плава нитрата аммония с известняковой мукой осуществляют либо в шнековом грануляторе, либо в грануляционной башне. В производстве ИАС известняк или мел можно заменить доломитом. Его использование не только не вредит, но приводит к повышению урожая по сравнению с известково-аммиачной селитрой, полученной обычным путём. Когда в качестве исходного материала для производства ИАС используется известняк или мел, она содержит два питательных элемента – азот и кальций. Но когда используется доломит, в её составе появляется и магний. Эти три элемента играют очень большую роль в жизни растений.

ИАС более гигроскопична, чем чистая аммиачная селитра. А слеживаемость её в 2,4-3,0 раза меньше слеживаемости селитры. ИАС с высоким содержанием  $CaCO_3$  почти не подкисляет почвенную среду и потому используется на кислых почвах. ИАС с меньшим содержанием  $CaCO_3$  и большим содержанием азота рекомендуется применять на почвах с нейтральной и щелочной реакцией.

### Список литературы:

1. Благовещенская З.К. Агрономическая эффективность известково-аммиачной селитры // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. - № 3. - С. 76-77.
2. Горбалетов А.Ю., Сажнев И.Н. Известково-аммиачная селитра // Химия в сельском хозяйстве. – 1986. - Т. 24, № 9. - С. 27.
3. Державин Л.М., Флоринский М.А., Павлихина А.В., Леонова И.Н. Агрохимическая характеристика пахотных почв СССР // Параметры плодородия основных типов почв. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. - 262 с.
4. Долгалёв Е.В. Технология и аппаратурное оформление производства известково-аммиачной селитры в грануляционных башнях: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М.: 2006 г. - 23 с.
5. Иванов М.Е., Олевский В.М., Поляков Н.Н., Стрижевский И.И., Ферд М.Л., Цеханская Ю.В. (Под ред. проф. В.М.Олевского). Технология аммиачной селитры. – М.: Химия, 1978. - 312 с.
6. Лавров В.В., Шведов К.К. О взрывоопасности аммиачной селитры и удобрений на её основе // Научно-технические новости: ЗАО «ИНФОХИМ». - Спецвыпуск, 2004. - № 4. - С. 44-49.

7. Левин Б.В., Соколов А.Н. Проблемы и технические решения в производстве комплексных удобрений на основе аммиачной селитры // Мир серы, N, P и K. – 2004. - № 2. - С. 13-21.
8. Макаренко Л.Н., Смирнов Ю.А. Известково-аммиачная селитра // Химизация сельского хозяйства. – 1988. - № 12. - С. 69-71.
9. Малоносков Н.Л., Вьюгина Т.А. Качество сухих тукосмесей на основе аммофоса с участием известково-аммиачной селитры // Агрохимия. – 1987. - № 4. - С. 38-45.
10. Минеев В.Г. Агрохимия. – М.: Изд-во МГУ, 2004 г. - 720 с.
11. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. – М.: Высшая школа, 2005. - 558 с.
12. Патент РФ. № 2277011. Гранулятор / Рустамбеков М.К., Таран А.Л., Трошкин О.А., Долгалёв Е.В., Сундиев С.А., Поплавский В.Ю., Бубенцов В.Ю.
13. Постников А.В. Известково-аммиачная селитра – ценное азотное удобрение // Земледелие. – 1984. - № 2. - С. 50-51.
14. Постников А.В. Производство и применение известково-аммиачной селитры // Химизация сельского хозяйства. – 1990. - № 9. – С. 68-73.
15. Постников А.В., Хавкин Э.Е. Агрохимическая эффективность известково-аммиачной селитры // Сельское хозяйство за рубежом. – 1984. - № 6. - С. 11-13.
16. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Том 1. Агрохимия. – М.: Изд-во «Колос», 1963. - 567с.
17. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. - 288с.
18. Таран А.Л., Долгалёв Е.В., Таран А.В. Аппаратурно-технологическое оформление и экономическая эффективность производства известково-аммиачной селитры на существующих агрегатах АС-60 и АС-72 // Успехи в химии и химической технологии. – 2007. - т. 21, №9. – С. 20-22.
19. Таран А.Л., Долгалёв Е.В., Таран Ю.А. Получение известково-аммиачной селитры в грануляционных башнях производства аммиачной селитры // Химическая техника. – 2006. - № 1. – С. 28-31.
20. Таран А.Л., Долгалёв Е.В., Таран Ю.А. Центробежный гранулятор суспензий для производства известково-аммиачной селитры в башнях // Химическая промышленность сегодня. – 2008. - № 3. - С. 45-48.
21. Хавкин Э.Е. Перспективы использования известково-аммиачной селитры и селена // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. - Т. 25, № 6. - С. 77-79.
22. Чернышов А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В., Огарков А.А., Ильин В.А. Аммиачная селитра: свойства, производство, применение. – М.: ЗАО «ИНФОХИМ», 2009. - 544 с.
23. Jesenak V., Hric I., Petrovic J. Оценка свойств известково-аммиачной селитры при хранении и кинетика её разложения // Chem. prumysl. – 1965. – Т. 15, № 11. - С. 644-648. РЖХим 1966, 6Л191.
24. Kiss A.S. Данные по производству удобрения – аммиачной селитры с добавкой доломита. Реакция обмена между расплавом аммиачной селитры и добавкой доломита или известняка // Magyar kem. lapja. – 1961. – Т. 16, № 2. - С. 63-65. РЖХим 1961, 21К81.
25. Pawlikowski S., Aniol S. Возможность предотвращения образования нитрата кальция при производстве известково-аммиачной селитры // Przem. chem. – 1962. – Т. 41, № 8. – С. 461-464. РЖХим 1963, 10Л79.