

Ф.В. Турчин

**Азотное питание растений и
применение азотных
удобрений**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 631
ББК 4
Ф11

Ф11 **Ф.В. Турчин**
Азотное питание растений и применение азотных удобрений / Ф.В. Турчин –
М.: Книга по Требованию, 2013. – 336 с.

ISBN 978-5-458-42727-2

ISBN 978-5-458-42727-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ

Федор Васильевич Турчин, выдающийся ученый-агрохимик, внес крупный вклад в развитие агрономической науки и практики.

Научная деятельность Ф. В. Турчина началась на Полесской сельскохозяйственной опытной станции Украины, где он работал в 1924—1930 гг. В эти годы он опубликовал исследования о биологическом поглощении азота в почве, о составе органического вещества песчаных почв и о применении на этих почвах удобрений. В 1927 г. Ф. В. Турчин командировается за границу для ознакомления с состоянием работ и методами исследований в агрохимических, биохимических и почвенных лабораториях.

В 1930 г. Ф. В. Турчин работает в Научном институте по удобрениям (НИУ), который в настоящее время носит название Научно-исследовательского института по удобрениям и инсектофунгицидам (НИУИФ), и с 1935 г. он заведует в этом институте лабораторией азота.

Уже в первые годы своей научной деятельности в этом институте Ф. В. Турчин проводит ряд блестящих исследований по агрохимической оценке различных форм минеральных удобрений: мочевины, аммонизированного суперфосфата и тройных комплексных удобрений. Одновременно он занимается теоретическими исследованиями в области питания растений и обмена веществ в них. Работы ученого о влиянии калия на азотный и углеводный обмены в растениях дали новые представления о роли калия в синтезе азотных органических соединений. Изучая влияние на окислительно-восстановительные процессы в растениях калия и фосфора, Ф. В. Турчин выявляет специфическую их роль в нитратном и аммиачном питании.

В дальнейшем работы Ф. В. Турчина охватывают все более широкий круг вопросов агрономической химии, питания растений и применения удобрений. Особенное значение получают его исследования в области азотного питания. Будучи инициатором применения в агрохимических исследованиях изотопного метода и широкого использования различных видов спектроскопических методов анализа, Ф. В. Турчин провел классические исследования о поступлении в растения и использовании в них для синтеза аминокислот и белка нитратных,

аммонийных и амидных форм азота. Ученым были экспериментально установлены последовательность образования в растении отдельных аминокислот и факт постоянного обновления белка, а также выявлен механизм этого явления как распада «старых» молекул белка и синтеза новых. Одновременно, используя в опытах тяжелый изотоп азота, Ф. В. Турчин исследовал процесс обновления хлорофилла, протекающий со скоростью, близкой к скорости обновления белка. В этих работах на новом экспериментальном материале подтверждаются и развиваются выводы, которые намечались в более ранних работах.

В последнее время Ф. В. Турчин сосредоточил свое внимание на процессах биологической фиксации азота. Он провел ряд весьма перспективных исследований в области ферментативного синтеза азотистых соединений. Эти работы позволили пересмотреть многие старые представления о биологической фиксации азота и поставить проблему промышленного использования этого процесса.

Широкие теоретические исследования Ф. В. Турчина всегда были тесно связаны с решением практических вопросов, имеющих огромное народнохозяйственное значение. Использование тяжелого изотопа при изучении превращений азотных удобрений в различных почвах позволило установить фактические размеры потерь этого элемента, происходящие в результате улетучивания из почвы свободного азота и его соединений, а также биологического поглощения данного питательного вещества микроорганизмами почвы. Работы по изучению азотного обмена в растениях позволили выявить возможность регулирования аминокислотного состава зерна, а следовательно, и его биологической ценности как продукта питания путем внесения азотных удобрений.

В работах Ф. В. Турчина отражено широкое всестороннее изучение всех существующих видов и форм азотных удобрений, а также многих видов комплексных удобрений. Эти исследования имели важное значение для организации производства удобрений в СССР и установления требований к их стандартам, а также для разработки путей рационального использования туков в сельском хозяйстве. Последние годы под руководством ученого проводились большие работы по агрохимической оценке жидких азотных удобрений, мочевины и невымываемых азотных удобрений.

Ф. В. Турчин принимал активное участие в разработке основных вопросов производства и применения удобрений, проводившейся в Министерстве химической промышленности СССР, в Министерстве сельского хозяйства СССР, в Госплане СССР, в Госэкономсовете и в других организациях.

Ф. В. Турчин в течение многих лет был ведущим специалистом по вопросам разработки потребности сельского хозяй-

ства в минеральных удобрениях и установления их оптимального ассортимента.

Наряду с многосторонней научной деятельностью Ф. В. Турчин уделял много времени подготовке научных кадров и пропаганде агрохимических знаний. Он был активным членом редколлегии журналов «Агрохимия» и «Химия в сельском хозяйстве», автором и редактором популярных книг и справочных руководств, председателем секции Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева.

В настоящем сборнике публикуется только часть работ Ф. В. Турчина, которые сгруппированы в три раздела: I — Азотные и сложные удобрения; II — Превращение азотных соединений в растениях и почве; III — Общие вопросы азотного питания растений и применения удобрений. Несмотря на то что работы были опубликованы несколько лет назад, они сохранили свою актуальность до нашего времени.

В некоторых работах Ф. В. Турчина встречаются повторения, неизбежные при публикации последовательно углубляемых исследований.

Библиография работ Федора Васильевича Турчина, помещенная в сборнике, дает представление об огромной, исключительно разнообразной, плодотворной научной и практической деятельности талантливого ученого.

*Член-корреспондент АН СССР
доктор сельскохозяйственных наук
А. В. Соколов,
кандидаты сельскохозяйственных наук
Л. И. Королев и
Л. И. Оболенская*

АЗОТНЫЕ И СЛОЖНЫЕ УДОБРЕНИЯ

ПРЕВРАЩЕНИЕ МОЧЕВИНЫ В ПОЧВЕ *

За последнее время в иностранной, главным образом во французской, литературе появилось сравнительно много работ, посвященных изучению мочевины.

Укажем на работы Ch. Vigoux [1], который приравнивает мочевины по ее действию на урожай к селитре и сернокислому аммонiu, и на работы, опубликованные в годовых отчетах Французского агрономического исследовательского института, где приводятся данные о хорошем действии мочевины по различным районам Франции. Хорошие результаты были получены при внесении мочевины под овес, картофель, свеклу в Бретани (опыты Vincent [2]) и под табак в Кольмаре (опыты M. Guyon [2]).

Наряду с этими данными, характеризующими мочевины как хорошее азотное удобрение, встречаются указания и на то, что мочевина действует гораздо хуже, чем другие азотные удобрения. Так, в опытах Rousseau [2] действие мочевины составляло 75% от действия селитры (N_x^{**} — 91%, N_a — 86%). На опытной станции в Авиньоне (Bordas et Mathieu [3]) действие разных форм азота на картофель выражалось такими цифрами (эффект $N_c = 100$): N_a — 96, N_x — 84, N_m — 73, без азота — 67. Слабое действие мочевины последние авторы объясняют недостаточным разложением мочевины в почве.

Как известно, мочевина под влиянием различных бактерий, выделяющих фермент уреазу, превращается в $(NH_4)_2CO_3$. Авторы полагают, что почва опытов была недостаточно богата бактериями, гидролизующими $CO(NH_2)_2$, мочевина слабо разлагалась, в результате чего наблюдалось ее слабое действие. В пользу такого предположения говорят опыты тех же авторов с совместным внесением (картофель, баклажаны) мочевины и небольших количеств навоза или фермента уреазы, полученного из сои. Лабораторные исследования авторов показали, что гидролиз $CO(NH_2)_2$ в почве значительно ускоряется в присутствии уреазы.

В СССР полевые и вегетационные опыты с мочевиной, проведенные НИУ на различных почвенных разностях Союза [4],

* Статья опубликована в журнале «Удобрение и урожай» № 6, 1931.

** N_x — хлористый аммоний, N_a — сернокислый аммоний, N_c — селитра натронная, N_m — мочевина.

показывают, что по действию на урожай мочевины можно поставить в один ряд со стандартными формами азота — NaNO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Методика наших опытов была такова: к 150 г почвы прибавлялась в определенных дозах $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; почва увлажнялась до 60% от полной влагоемкости и ставилась в термостат при 25—27° С; через определенные промежутки времени почва анализировалась на NO_3 , NH_4 и $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, в некоторых случаях еще определялась рН. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ определялась разложением ее уреазой с последующим титрованием образовавшегося аммиака 0,02 н. H_2SO_4 . Этот метод очень прост и дает вполне надежные результаты. Уреаза приготавливается из размолотых семян сои. К 5 г размолотых семян сои прибавляют 100 см³ 30%-ного алкоголя, встряхивают 20 минут и фильтруют. Прозрачный фильтрат обладает сравнительно хорошей активностью. 10 см³ фильтрата разлагают 10 мг $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в течение 10 минут при 18° С. Для разложения того же количества мочевины потребуется гораздо меньше фермента, если удлинить время его действия. В проведении опытов принимали участие химик А. Г. Кирьянова и аналитики Р. М. Старосельская и О. С. Постникова.

Влияние доз фермента уреазы на гидролиз мочевины. Время действия фермента 10 мин.; t° 18° С; $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 10$ мг.

Уреаза в см³

0,5 1,0 2,0 3,0 4,0 5,0 6,0 7,0 8,0 9,0 10,0

Разложилось $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в % от внесенной дозы

9,4 16,6 27,2 39,0 46,0 61,0 70,5 81,5 89,0 95,0 99,9

Влияние времени действия фермента на гидролиз мочевины. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 10$ мг.

Разложилось $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в процентах от взятой дозы:

Время в мин.

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 120 20ч

1 см³ фермента

11,0 20,2 25,0 30,7 33,5 44,2 44,8 51,0 51,0 55,0 70,5 96,0

2 см³ фермента

21,5 33,0 38,0 55,0 55,5 63,0 65,8 71,8 76,0 86,0 — 99,0

2 см³ раствора фермента вполне достаточно для разложения 10 мг $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в продолжение 20 часов. Поэтому к водной вытяжке из почвы (50 см³) мы прибавляли 2 см³ фермента и через 24 часа титровали образовавшийся аммиак. Для контроля титровалось 50 см³ вытяжки без прибавления фермента.

В тех случаях, когда вытяжка почему-либо окрашена и титрование невозможно, мочевина определяется следующим образом: раствор, содержащий мочевины, переносится в кругло-

донную кьельдалевскую колбу на 100—150 см³; колба закрывается каучуковой пробкой с двумя отверстиями; в одно вставляется трубка, нижний конец которой погружается в раствор, а верхний над пробкой расширяется в воронку. В другое отверстие вставляется согнутая под углом трубка, нижний конец которой находится немного ниже пробки, а верхняя согнутая часть соединяется с холодильником. Этот последний соединен с приемником, погруженным в титрованный раствор H₂SO₄. Приемник соединяется с водоструйным насосом, колбу устанавливают на водяной бане t° 45—55° С. В раствор прибавляют 2—5 см³ фермента в зависимости от количества мочевины, фосфатный буфер (K₂HPO₄), 2 см³ насыщенного раствора Na₂CO₃ и пропускают через аппарат ток воздуха. Через 30—40 минут отгон NH₃ заканчивается (после контроля на полноту отгона NH₃).

Так как с повышением температуры активность уреазы сильно возрастает, то 2 см³ раствора уреазы достаточно для разложения 10 мг CO(NH₂)₂ в течение 20 минут.

Влияние температуры на скорость гидролиза мочевины уреазой. Количество фермента — 2 см³; количество CO(NH₂)₂ — 20 мг N.

Разложилось CO(NH₂)₂ в мг:

Время действия фермента в мин.	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
3	0,69	0,84	1,34	1,34	2,18	2,56	3,60	4,56	6,30	6,64
5	1,03	1,16	1,81	2,30	2,86	4,44	4,12	5,56	7,00	10,70
10	1,50	1,94	2,26	2,94	5,04	6,16	7,80	8,70	13,10	13,90
20	2,40	3,60	4,00	5,60	8,68	9,48	13,50	15,40	16,8	—

Ввиду того что в почве всегда содержатся различные соли, могущие оказать известное влияние на работу фермента, мы изучали влияние некоторых солей на активность уреазы. Оказалось, что KCl, NaCl, K₂SO₄, Na₂SO₄, CaCl₂, MgCl₂ и H-ион в больших концентрациях ослабляют действие фермента. В небольших концентрациях влияние этих солей незаметно. Ничтожное количество Си инактивирует фермент. Вещества, растворенные в водной вытяжке из почвы, совершенно не влияют на активность фермента, в чем мы убедились на специально проведенном опыте.

Перейдем к рассмотрению результатов исследований по превращению мочевины в почве.

Опыт 1. Для опыта было взято 7 почвенных разностей: 2 вида подзолистого суглинка Долгопрудного опытного поля НИУ (ДОП), карбонатная почва из Закавказья (совхоз «Аляты»), подзол Псковской опытной станции, чернозем из Краснодара, песчаная почва Новозыбковской опытной станции и деградированный чернозем Носовской опытной станции.

С этими почвами были заложены компосты по схеме: 1) 0; 2) 330 мг N CO(NH₂)₂ на 1 кг почвы.

Целью опыта было определение уреалитической способности названных почв, поэтому и доза мочевины бралась очень высокая. Через 48 часов компосты анализировались.

Содержание N в мг/кг почвы (NH ₄ в солевой вытяжке)					
Почва	Схема	NH ₄	NO ₃	CO (NH ₂) ₂	pH
				Водная вытяжка	
ДОП I	О	5,1	31,8	0	—
(подзол)	Мочевина	200,0	13,3	100,0	—
ДОП II	О	30,0	18,1	0	6,2
(подзол)	Мочевина	235,0	20,2	103,0	6,7
Псковская	О	18,7	32,7	0	6,4
(подзол)	Мочевина	246,3	15,8	118,0	7,0
Краснодарская	О	Следы	12,1	0	—
	Мочевина	149,0	15,4	125,0	—
Носовская	О	1,7	13,7	0	6,4
(деградированный чернозем)	Мочевина	133,0	15,4	180,0	6,9
Новозыбковская	О	—	3,2	0	—
(песок)	Мочевина	—	0	220,0	—
Закавказская	О	3,1	11,0	0	—
(карбонатная)	Мочевина	65,8	7,1	280,0	—

Из этих данных следует, что разные почвы обладают различной уреалитической способностью. Наиболее интенсивно эта способность выражена в северных подзолистых почвах (ДОП, Псков) и в краснодарской почве. Потом идет почва Носовской станции и, наконец, почва песчаная Новозыбковской станции и закавказская карбонатная, уреалитическая способность которых в сравнении с северными подзолами в несколько раз меньше.

В литературе тоже встречаются указания, что в щелочных почвах гидролиз мочевины идет слабее. Об этом говорит, например, Gibson [6], который нашел, что быстрее всего мочевина разлагается в пастбищных и лесных почвах с pH 5,4—6,1 и слабее в щелочных и очень кислых торфяных почвах. Полевые опыты Bordas et Mathieu, где было констатировано слабое действие мочевины, также были проведены на известковых щелочных почвах.

По Waksman [7], уробактерии лучше всего развиваются в среде со щелочностью 2—3 г (NH₄)₂CO₃. По С. И. Кузнецову, оптимум pH для Urobacillus Ducloxi 7,4—7,7, для Uг. Masdoxii 8,2. Поэтому не приходится думать, что причиной замедленного разложения мочевины на щелочных почвах является их щелочная реакция. Возможно, что здесь скорее сказывается влияние солей кальция, которые в высоких концентрациях ослабляют активность уреазы. Что же касается песчаной почвы Новозыбковской станции, то пониженная ее активность,

вероятно, объясняется относительно бедным бактериальным населением.

Вообще же разложение мочевины в почве протекает очень энергично; за 2 дня некоторые почвы (ДОП и псковская) разложили около 200 мг мочевины. Это и понятно, так как уробактерии населяют почву в очень больших количествах. По Waksman, уробактерии составляют примерно 1—2% от всей почвенной микрофлоры. Видов их очень много. Большинство из них относится к аэробной группе. По Lohnis, среднее число уробактерий в 1 г почвы — 50 тыс., а по Millard — значительно больше — 27 500 тыс.

В нашем опыте, когда разложение мочевины происходило очень интенсивно, наблюдалось частичное исчезновение нитратов. Везде было заметно повышение pH, что находится в прямой зависимости от образования аммиака.

Опыт 2. Почвы: подзол ДОП, чернозем Харьковской станции и песчаная почва Новозыбковской станции. Почва компостировалась с мочевиной 24 часа. Дозы $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ — 33 и 330 мг N из расчета на 1 кг почвы.

Содержание в мг/кг почвы

Почвы и схема	NH_4 (солевая вытяжка)	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (водная вытяжка)
ДОП (подзол)		
0	15,75	0
33 мг N	60,5	0
330 мг N	156,2	198,0
Харьковская (чернозем)		
0	Следы	0
33 мг N	31,8	Следы
330 мг N	104,0	189,0
Новозыбковская (песок)		
0	6,55	0
33 мг N	26,1	10,9
330 мг N	53,5	207,0

Из таблицы видно, что доза мочевины в 33 мг N полностью разлагается за один день в почвах Харьковской станции и ДОП. В песчаной почве Новозыбковской станции та же доза не успевает полностью разложиться за один день, примерно 30—25% остается в почве в неразложившемся состоянии. При повышении дозы до 330 мг N за то же время почва разлагает значительно больше мочевины. В подзоле ДОП и харьковском черноземе разложились 130—140 мг N, а в песчаной почве в 2 раза меньше.

Надо полагать, что мочевина, внесенная в почву в обычных полевых дозах, за один день целиком превращается в карбонат аммония. Поэтому мочевину отчасти можно рассматривать как $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

Таблица 1

Почвы и схема	Через 10 дней		Через 20 дней		Через 40 дней	
	NO ₃ *	NH ₄ *	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄
ДОП						
О	24,3	Следы	—	Следы	54,4	3,0
NH ₄ Cl	24,3	141	67,0	—	50,0	126,4
(NH ₄) ₂ SO ₄	26,5	133,5	136,8	71,6	43,4	112,2
CO (NH ₂) ₂ + HCl	19,6	158,7	24,6	—	39,1	102,0
CO (NH ₂) ₂ + H ₂ SO ₄	15,1	158,7	58,6	—	54,4	111,2
CO (NH ₂) ₂	28,1	129,7	127,0	—	123,0	58,6
Закавказская						
О	16,4	Следы	44,5	82,2	24,0	1,8
NH ₄ Cl	8,0	Не опре- деляли	20,9	87,9	70,3	32,3
(NH ₄) ₂ SO ₄	12,6	83,5	65,9	92,2	190,0	6,3
CO (NH ₂) ₂ + HCl	11,0	123,4	61,8	—	195,0	1,9
CO (NH ₂) ₂ + H ₂ SO ₄	14,4	85,0	95,4	—	176,0	1,6
CO (NH ₂) ₂	12,4	94,9	103,8	—	177,0	1,1
Носовская						
О	12,4	Следы	25,3	Следы	22,2	1,5
NH ₄ Cl	11,0	176,2	22,8	56,6	25,1	139,6
(NH ₄) ₂ SO ₄	18,8	112,2	37,0	70,2	44,5	12,1
CO (NH ₂) ₂ + HCl	12,4	112,2	30,0	—	22,2	99,6
CO (NH ₂) ₂ + H ₂ SO ₄	5,1	88,2	47,0	—	59,5	70,8
CO (NH ₂) ₂	23,0	91,3	71,0	—	89,0	32,0
Харьковская						
О	23,0	12,3	40,4	9,4	40,4	1,3
NH ₄ Cl	10,1	—	39,9	83,8	51,0	37,6
(NH ₄) ₂ SO ₄	22,5	—	62,4	93,2	83,4	32,2
CO (NH ₂) ₂ + HCl	25,0	112,2	39,0	—	74,6	23,0
CO (NH ₂) ₂ + H ₂ SO ₄	34,6	—	71,6	—	125,6	17,0
CO (NH ₂) ₂	44,9	72,6	143,0	—	164,4	18,0
Краснодарская						
О	12,3	3,6	21,4	8,6	16,4	1,2
NH ₄ Cl	9,3	193,0	40,9	119,6	48,3	48,6
(NH ₄) ₂ SO ₄	26,5	178,8	—	107,6	90,4	31,3
CO (NH ₂) ₂ + HCl	7,9	195,0	38,7	—	71,6	41,6
CO (NH ₂) ₂ + H ₂ SO ₄	30,0	112,8	90,4	—	121,2	26,0
CO (NH ₂) ₂	39,1	120,0	110,2	—	123,0	15,6
Новозыбковская						
О	14,0	5,9	24,3	—	12,8	2,4
NH ₄ Cl	5,1	184,8	21,6	—	13,5	131,5
(NH ₄) ₂ SO ₄	Следы	187,0	43,9	—	7,6	92,2
CO (NH ₂) ₂ + HCl	Следы	—	7,0	—	15,9	111,7
CO (NH ₂) ₂ + H ₂ SO ₄	3,8	156,6	5,9	—	9,4	101,6
CO (NH ₂) ₂	9,7	164,1	9,4	—	35,5	64,4

* В мг N на 1 кг почвы.

Опыт 3. В задачу опыта входило определение скорости нитрификации мочевины. Для опыта было взято 6 почв: подзол ДОП, харьковский чернозем, песчаная почва Новозыбковской станции, карбонатная закавказская почва, деградированный чернозем Носовской станции и краснодарский чернозем. Были заложены компосты с мочевиной (150 мг из расчета на 1 кг почвы). Для сравнения были также заложены компосты NH_4Cl и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Для выяснения влияния подкисления почвы на нитрификацию мочевины были заложены компосты с мочевиной с прибавкой H_2SO_4 и HCl в количествах, эквивалентных содержанию SO_4 и Cl в $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4Cl . Компосты вскрывались через 10, 20 и 40 дней.

Эти данные показывают, что мочевина, как правило, нитрифицируется гораздо быстрее, чем другие аммиачные удобрения (табл.) 1.

К концу опыта, т. е. через 40 дней, когда в некоторых почвах (харьковский чернозем) N мочевины полностью перешел в нитрат, нитрификация NH_4Cl была едва заметна, а $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ нитрифицировался всего лишь на 25%.

Внесение в почву вместе с мочевиной HCl и H_2SO_4 сказалось весьма отрицательно на скорости нитрификации мочевины. Особенно резко угнетает нитрификацию HCl . Так как и NH_4Cl нитрифицируется значительно медленнее, чем $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, то надо полагать, что здесь сказывается специфическое влияние Cl -иона. На кислых почвах ДОП и Носовской станции вредное влияние Cl и SO_4 сказывается сильнее, чем на харьковском черноземе и щелочной закавказской почве. Однако, хотя внесение HCl и H_2SO_4 почти не изменило pH харьковской и закавказской почвы, влияние Cl и SO_4 было все же достаточно сильным.

Интересно, что и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ нитрифицируется значительно медленнее, чем $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Очевидно, избыток аммиачного азота угнетает работу нитрификаторов. Вероятно, когда образование карбоната аммония происходит при распаде $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, в почве устанавливается другое, более благоприятное для жизнедеятельности нитрификаторов равновесие.

Если для ускорения гидролиза мочевины в почву внести фермент уреазу, то превращение мочевинового азота в нитратный происходит медленнее, нежели в почве, где этот процесс протекает обычным путем без прибавки уреазы. Так, например, в почву вносилось 150 мг N из расчета на 1 кг почвы; через 40 дней было найдено NO_3 в мг N на 1 кг почвы: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ — 115,0, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + уреазы — 75,7, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ без уреазы — 176,5.

Скорость нитрификации мочевины зависит от характера почвы и связанного с ним биологического режима почвы. На почвах нейтральных и щелочных, где нитрифицирующие организмы находятся в лучших экологических условиях, мочевина превращается в нитрат наиболее интенсивно. Подзолистая поч-