

П. А. ДМИТРЕНКО

## О ЗНАЧЕНИИ АНИОНОВ В ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ АММИАЧНЫМ АЗОТОМ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 4 III 1949)

Исследованиями акад. Д. Н. Прянишникова (1) было доказано, что аммиачная форма азота так же хорошо доступна растению, как и форма окисленного азота. Это привело его к выводу, что в условиях, оптимальных для каждой из этих двух форм азота, азот аммиачный и азот нитратный являются физиологически равноценными.

Однако из практики применения азотистых удобрений известно, что растения, особенно в молодом возрасте, способны легче переносить временный избыток азотистого питания в форме нитратов, чем в форме аммиака.

Так как с аммиаком обычно вносятся вредно действующие в избыточных количествах на растения анионы  $Cl'$  и  $SO_4''$ , можно предполагать, что неравноценность в действии аммиачной формы азота и нитратной формы связана не столько с угнетающим действием на растение самого  $NH_4$ -иона, сколько с отрицательным действием сопровождающих аммиак анионов.

Поэтому при изучении аммиачных форм удобрений следует различать влияние на растения сопровождающих аммиак сильных кислот (например, хлор) от влияния самого аммиака.

Наша попытка решения этого вопроса заключалась в проведении вегетационного опыта с различными источниками аммиачного азота под культуру овса на обыкновенном черноземе Ново-Празского района Кировоградской обл. Формы аммиачных удобрений были подобраны двух родов: с анионом, не поглощающимся почвой, и с анионом, поглощающимся почвой. В первом случае был взят аммоний хлористый, во втором — аммоний щавелевокислый и аммоний лимоннокислый.

Хлор-ион, как известно (2), в условиях естественных почв отрицательно адсорбируется почвой и в почвенном растворе может содержаться, в зависимости от условий, в виде свободной кислоты и в виде солей содержащихся в почве катионов.

Анионы органических кислот типа оксалат-иона и иона лимонной кислоты, обладая свойством давать нерастворимые нормальные и комплексы соединения с полуторными окислами железа и алюминия, положительно адсорбируются почвой, исчезая из почвенного раствора.

Опыт проводился по схеме: контроль без азота и различные формы аммиачного азота, внесенного из расчета 100 и 200 мг азота на 1 кг почвы. Повторность опыта 3-кратная. Уборка растений была произведена на 124-й день после посева в момент полного их созревания. Учитывалась общая масса урожая без деления на зерно и солому.

Результаты опыта приводятся в табл. 1. Они показывают, что аммиачный азот, внесенный из расчета 100 мг на 1 кг почвы, во всех слу-

чаях увеличил урожай растения, причем это увеличение было выше по формам, содержащим анион органических кислот, по сравнению с формой, содержащей анион минеральной кислоты. По азоту, внесенному из расчета 200 мг на 1 кг почвы, наблюдается дальнейшее повышение нарастания общей массы растений по аммоний шавелевокислоте и аммоний лимоннокислоте. При внесении же азота из расчета 200 мг на 1 кг почвы в форме хлористого аммония урожай резко снизился до 38,8% против контроля.

Таблица 1

Урожай воздушно-сухой массы растений по различным формам аммиачного азота

Внесено N в мг на 1 кг почвы	Аммоний хлористый		Аммоний щавелевокислый		Аммоний лимоннокислый	
	в г на сосуд	в %	в г на сосуд	в %	в г на сосуд	в %
0	5,56	100,0	5,56	100,0	5,56	100,0
100	6,60	118,7	7,02	126,3	7,16	128,8
200	2,16	38,8	9,52	171,2	8,04	144,6

Причины различного действия на развитие растений различных источников аммиачного азота следует искать, как показывает опыт, не в самом аммиаке, а в сопровождающих аммиак анионах, так как по количеству аммиачного азота по вариантам растения ставились в совершенно одинаковые условия питания, и различие в условиях питания растений могло зависеть только от того, остается ли анион в растворе или поглощается.

Результат, полученный в опыте, не явился для нас чем-то неожиданным, наоборот, он только подтвердил наши предположения, возникшие еще до постановки опыта. Не подтвердилась только наша гипотеза в отношении причин, обуславливающих получение таких результатов.

Вначале мы считали, что в случае применения аммиака с анионами органических кислот эффект получится лучший, по сравнению с эффектом, полученным от применения аммония минеральной кислоты, в силу того, что в первом случае улучшится фосфатное питание растений за счет обмена адсорбционно связанных ионов  $PO_4^{3-}$  на более энергично поглощаемые почвой ионы органических кислот. Основанием для такого допущения служили работы ряда исследователей, показавших, что соли органических кислот увеличивают подвижность фосфатов почвы (<sup>3-5</sup>). Проведенные нами определения воднорастворимой  $P_2O_5$  в почвах сосудов по схеме опыта, но без растений (табл. 2), окончательно убедили нас в том, что действительно количество фосфорной кислоты, переходящее в водную вытяжку при внесении в почву щавелевокислого и лимоннокислого аммония, увеличивается.

Однако наблюдения за ходом развития растений в опыте показали, что улучшение фосфатного питания растений в нашем опыте не имело решающего значения уже хотя бы потому, что разница в росте растений обнаруживалась в самом начале их развития, т. е. в период питания за счет элементов, содержащихся в зерне. Резкая разница в действии аммиачных удобрений обнаружилась уже на ходе прорастания семян.

По вариантам опыта с хлористым аммонием растения взойшли на 3 дня позднее, чем на контроле, и на 4 дня, чем на вариантах, где были внесены щавелевокислый и лимоннокислый аммоний. Результаты измерения растений, произведенные через определенные промежутки времени, показывают (табл. 3), что уже на 5-й день после посева обна-

Таблица 2

Изменение подвижности  $P_2O_5$  почвы под влиянием различных форм аммиачного азота

Внесено N в мг на 1 кг почвы	Аммиачный хлористый		Аммиачный щавелевокислый		Аммиачный лимоннокислый	
	в мг/кг	в %	в мг/кг	в %	в мг/кг	в %
0	1,31	100,0	1,31	100,0	1,31	100,0
100	1,28	97,7	1,72	131,3	1,76	134,4
200	0,90	69,7	1,87	142,8	2,03	155,0

руживается резкая разница в росте растений. Хлористый аммиачный в обеих дозах угнетающе действовал на их рост, щавелевокислый и лимоннокислый, наоборот, стимулировали его. Спустя 15 дней по дозе азота 100 мг на 1 кг почвы в форме хлористого аммония растения начали поправляться и в дальнейшем обогнали в своем росте растения контрольного варианта. По дозе 200 мг растения продолжали отставать в росте на протяжении всего вегетационного периода, что в конечном счете сказалось и на урожае растений. Ничего подобного не наблюдалось на вариантах с щавелевокислым и лимоннокислым аммонием. Стимулирующее действие этих форм аммиачного азота, проявившееся в первый период роста растений, оказало свое влияние и на их урожай. Он повышался с повышением дозы азота (табл. 3).

Таблица 3

Динамика роста растений по различным формам аммиачного азота

Форма азота	Внесено N в мг на 1 кг почвы	Высота растений в см по периодам через дней			
		5	15	25	35
Контроль . . . . .	0	29,0	98,5	182,4	266,0
Аммиачный хлористый . . . . .	100	20,9	99,4	184,6	286,0
	200	13,9	86,9	170,6	246,0
Аммиачный щавелевокислый . . . . .	100	31,7	104,8	211,5	319,0
	200	45,5	111,4	222,3	332,0
Аммиачный лимоннокислый . . . . .	100	41,7	119,3	210,8	294,0
	200	53,3	130,7	217,8	316,0

Тот факт, что разница в росте растений наблюдалась уже с момента появления всходов, т. е. в тот период, когда растение использует питательные вещества зерна и не нуждается в элементах питания, находящихся во внешней среде, свидетельствует, что дело здесь не в изменении условий фосфатного питания, как это нами предполагалось вначале, и даже не в самом аммиачном азоте, а вероятно, в действии на растение анионной части примененных нами аммиачных солей. В силу неодинакового взаимодействия анионов с почвой создаются неодинаковые условия произрастания растений.

При внесении в почву хлористого аммония создаются условия свободной доступности не только аммиачного азота, но и хлор-иона, а вместе с тем и катионов новых солей, образовавшихся в результате

взаимодействия хлор-иона с почвой. Возможно даже, что здесь имеет место образование такого вредно действующего на развитие растений вещества, как оксихлорид алюминия.

При внесении в почву щавелевокислого и лимоннокислого аммония в доступной для растений форме аммиачный азот также остается, анионы же поглощаются почвой, их участие в питании растения при этом исключается.

Следовательно, в условиях нашего опыта азот, внесенный в сравнительно больших дозах с анионом, не поглощаемым почвой, действовал на развитие растений угнетающе, азот же, внесенный в тех же нормах, но в виде соли, содержащей анион, поглощаемый почвой, действовал положительно.

Возможно, что на более поздних стадиях развития растений увеличение подвижности  $P_2O_5$  почвы при внесении в нее солей аммония органических кислот тоже имеет значение в том смысле, что при этом улучшается питание растения фосфором.

Институт физиологии растений  
и агрохимии  
Академии наук УССР

Поступило  
31 I 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Д. Н. Прянишников, Азот в жизни растений и в земледелии СССР, изд. АН СССР, 1945. <sup>2</sup> И. Н. Антипов-Каратаев и А. И. Рабинерсон, Тр. ЛОБИУА, в. 17 (1933). <sup>3</sup> А. Б. Шафибеков, Изв. Азербайдж. с.-х. ин-та, № 7 (1941). <sup>4</sup> М. А. Егоров и М. М. Стрельникова, Украинск. хим. журн. (1928). <sup>5</sup> П. А. Курчатов и др., Материалы к познанию фосфатов почвы, Сб. работ сектора агротехники и химизации, 3, Всесоюзн. н.-и. ин-т табачн. и махорочи. пром., 119, Краснодар, 1935.