

АГРОХИМИЯ

М. В. КАТАЛЫМОВ и С. И. РЯБОВА

**ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА РАСТВОРИМОСТЬ БОРА ПОЧВЫ
И ЕГО ДОСТУПНОСТЬ РАСТЕНИЯМ**

(Представлено академиком С. И. Вольфковичем 10 VII 1950)

Многочисленными вегетационными и полевыми опытами установлено, что при известковании кислых почв появляется или усиливается потребность многих сельскохозяйственных культур в борных удобрениях. Существует ряд предположений, пытающихся объяснить причину этого явления, но без подтверждения их достаточными экспериментальными данными. Ниже приводятся результаты лабораторных и вегетационных исследований по затронутому вопросу, проведенных нами в лаборатории микроэлементов Долгопрудной агрохимической опытной станции Научного института по удобрениям и инсектофунгисидам (ДАОС).

Ранее проведенные нами исследования ^(1,2) показали, что при известковании кислых почв поступление бора в растения льна уменьшается. С целью проверки этого положения на других культурах и дальнейшего изучения вопроса нами были проанализированы на содержание бора образцы растений клевера урожая 1946 г. из многолетнего полевого опыта ДАОС с дозами извести (тяжелый среднеподзоленный суглинок; известь внесена в 1923 г.). Кроме того, было определено содержание воднорасторимого бора в образцах почвы, взятых с делянок парового поля этого же опыта (экстракция кипящей водой в течение 20 мин. при соотношении почвы к воде 1:2). Бор определялся колориметрическим методом Бергера и Труога (с хинализарином). Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание бора в растениях красного клевера и почве из многолетнего полевого опыта с дозами извести на среднеподзолистом тяжелом суглинике ДАОС
(в мг/кг)

Варианты опыта	Клевер (в стадии цветения)	Почва
NPK (фон)	29,0	0,46
Фон + CaCO ₃ 2,25 т/га . . .	27,9	0,44
4,5	—	0,39
9,0	26,4	0,38
13,5	26,4	0,34
18,0	24,1	0,32

Из приведенных цифр видно, что с увеличением дозы извести уменьшается содержание бора в растениях клевера; одновременно происходит уменьшение количества воднорастворимого бора в почве, которое отмечается даже через 23 года после внесения извести в почву. Следовательно, эти два явления связаны: уменьшение поступления бора в растения является в основном следствием уменьшения доступного бора в подзолистой почве при ее известковании.

Приведем еще результаты вегетационного опыта с клевером, проведенного с четырьмя различными почвами. Условия проведения опыта: сосуды стеклянные, размером 15 × 20 см, повторность 3-кратная; во все сосуды был дан фон NPK по 0,2 г N, P₂O₅ и K₂O на сосуд в форме NaNO₃, K₂SO₄ и смеси моно- и дифосфата натрия. Клевер был убран в стадии цветения и проанализирован на содержание бора. Воднорастворимый бор был также определен в образцах почв из вегетационных сосудов после снятия урожая (горячая водная экстракция). Полученные урожайные и аналитические данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Урожай и содержание бора в растениях красного клевера, выращенного на различных почвах (вегетационный опыт)

Почва	Урожай сух. массы в г на сосуд	Содержание бора в растениях в мг/кг	Потребление бора урожаем в мг на сосуд	Содержание бора в почве в мг/кг
Подзолистый суглинок ДАОС (Московской обл.)	12,3	27,0	0,33	0,25
То же + CaCO ₃ по одинарной гидролитич. кислотности (г. к.) . . .	27,3	14,3	0,39	0,17
То же + CaCO ₃ по двойной г. к. . .	24,2	10,9	0,26	0,12
Подзолистая супесь (Люберцы, Московск. обл.)	20,5	21,9	0,45	0,20
То же + CaCO ₃ по 1 г. к.	22,2	17,3	0,38	0,13
То же + CaCO ₃ по 2 г. к.	21,2	15,2	0,32	0,14
Торф низинный (Редкино, Калининск. обл.)	35,1	29,9	1,05	—
То же + CaCO ₃ по 1 г. к.	10,8	19,8	0,21	—
Краснозем (Чаква, Груз. ССР)	8,5	21,1	0,18	—
То же + CaCO ₃ по 1 г. к.	16,1	19,0	0,31	—

Из табл. 2 видно, что при внесении извести в почву содержание бора в растениях клевера закономерно уменьшается, причем это явление имеет место для всех четырех почв, значительно отличающихся между собой по своим физическим и химическим свойствам. Причиной этого явления, как показывает определение содержания воднорастворимого бора в почвах, является уменьшение растворимости (доступности) почвенного бора в результате их известкования.

В связи с установлением этого факта нас заинтересовал вопрос о значении степени кислотности почвы для количественного содержания воднорастворимого бора в ней в связи с известкованием. Для выяснения этого вопроса были проведены следующие исследования. Были поставлены парующие сосуды емкостью на 600 г почвы со следующими образцами почв, различными по своей кислотности: 1) среднеподзолистый тяжелый суглинок ДАОС; 2) та же почва, но предварительно промытая 0,05 N HCl до полного удаления поглощенного кальция и затем промытая дистиллированной водой для удаления иона хлора; 3) оподзоленная супесь Люберецкого опытного поля (Московской обл.); 4) почва того же опытного поля, взятая из много-

летнего полевого опыта с формами азотных удобрений с делянки, сильно подкисленной от ежегодного систематического внесения высоких доз сульфата аммония (270 кг азота на 1 га ежегодно в течение 15 лет); 5—7) мощный чернозем Граковского опытного поля (Харьковской обл.) как неизмененный, так и промытый в различной степени 0,05 N HCl для удаления поглощенных оснований. Парующие сосуды как с неизвесткованными, так и с известкованными (по удвоенной гидролитической кислотности) почвами находились в вегетационном домике в летнее время в течение 10 дней; влажность почвы поддерживалась равной 60% от полной влагоемкости. По истечении 10 дней во всех образцах почв было определено содержание воднорастворимого бора (горячая экстракция). Полученные данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание воднорастворимого бора в почвах различной кислотности в связи с их известкованием

Почва	Гидролитич. кислотность в м-экв. на 100 г	Содержа- ние бора в мг/кг
Среднеоподзоленный суглинок ДАОС	6,4	0,41
То же + CaCO ₃ по 2 г. к.	—	0,13
Суглинок ДАОС, промытый 0,05 N HCl	11,0	0,10
То же + CaCO ₃ по 2 г. к.	—	0,06
Подзолистая супесь (Люберцы)	2,5	0,37
То же + CaCO ₃ по 2 г. к.	—	0,31
Супесь (Люберцы), подкисленная применением (NH ₄) ₂ SO ₄	2,6	0,34
То же + CaCO ₃ по 2 г. к.	—	0,24
Мощный чернозем (Граково)	1,3	1,65
То же + CaCO ₃ (1 % от веса почвы)	—	0,60
Чернозем (Граково), промытый 0,05 N HCl (I образец)	22,6	0,80
То же + CaCO ₃ по 2 г. к.	—	0,16
Чернозем (Граково), промытый HCl (II образец)	43,2	0,50
То же + CaCO ₃ по 2 г. к.	—	0,08
Чернозем (Граково), промытый HCl (III образец)	48,7	0,45
То же + CaCO ₃ по 2 г. к.	—	0,08

Из приведенных цифр отчетливо видно, что для всех образцов почв, взятых нами для исследования, содержание воднорастворимого бора уменьшается вместе с увеличением кислотности почвы. Следовательно, в процессе оподзоливания почвы вместе с увеличением ее кислотности и выщелоченности уменьшается содержание растворимого бора в ней. Далее из табл. 3 видно, что при внесении извести происходит резкое уменьшение растворимости бора для всех образцов кислых почв, чем полностью подтверждается вышеотмеченное положение о закреплении бора почвы при ее известковании. Необходимо отметить, что внесение извести даже на мощном черноземе, обладающем реакцией, близкой к нейтральной, так же как и на кислых почвах, значительно уменьшает растворимость бора в нем. Однако абсолютное содержание воднорастворимого бора все же в этом случае остается более высоким, чем в подзолистых неизвесткованных почвах.

Отмеченное положение, заключающееся в том, что внесение извести уменьшает растворимость и, следовательно, доступность растениям бора не только на подзолистых и других кислых почвах, но и на черноземах, было нами проверено на обыкновенном черноземе Каменской Степи (Воронежская обл.) и полностью подтверждено. С целью выяснения вопроса о том, какое влияние имеет катион на уменьшение растворимости бора почвы при внесении в нее углекислых солей, нами были поставлены парующие вегетационные сосуды с подзолистым

суглинком ДАОС. В почву вносились углекислые соли кальция, магния и стронция, а также доломитовая мука, содержащая 52,8% CaO и 30,7% MgO. Все углекислые соли вносились в почву в 3 дозах каждая: из расчета $\frac{1}{4}$, одинарной и двукратной дозы по гидролитической кислотности почвы, равной 7 мг-экв. на 100 г почвы. Сосуды находились в вегетационном домике и систематически поливались дистиллированной водой из расчета 60% от полной влагоемкости почвы. Через 10 дней, 1, 3 и 6 мес. со дня постановки опыта производился анализ почвы из сосудов на содержание воднорастворимого бора (горячая экстракция). Кроме того, определялась актуальная реакция (рН) почвенной суспензии (почва : вода = 1:2,5). Полученные результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние углекислых солей кальция, магния и стронция на содержание воднорастворимого бора в подзолистом суглинке ДАОС

Варианты опыта	Содержание бора в мг/кг через				рН(H ₂ O) через	
	10 дн.	1 мес.	3 мес.	6 мес.	1 мес.	3 мес.
Почва неизвесткованная	0,3	0,4	0,4	0,4	4,7	4,8
+ CaCO ₃ по $\frac{1}{4}$ г. к.	0,3	0,3	0,3	0,3	5,1	5,1
1 " "	0,2	0,2	0,2	0,2	6,3	6,4
2 " "	0,2	0,1	0,2	0,2	7,2	7,1
+ MgCO ₃ по $\frac{1}{4}$ г. к.	0,3	0,4	0,4	0,4	5,0	5,1
1 " "	0,3	0,2	0,3	0,3	5,8	6,4
2 " "	0,2	0,2	0,3	0,3	7,4	7,4
+ SrCO ₃ по $\frac{1}{4}$ г. к.	0,3	0,2	0,4	0,4	5,1	5,2
1 " "	0,2	0,2	0,2	0,2	6,4	6,4
2 " "	0,2	0,1	0,2	0,2	7,3	7,0
+ доломитов. мука по $\frac{1}{4}$ г. к. . .	0,3	0,3	0,3	0,3	5,2	5,5
1 " "	0,2	0,2	0,2	0,2	6,7	6,5
2 " "	0,2	0,1	0,2	0,2	7,4	7,2

Приведенные в табл. 4 данные показывают, что внесение в подзолистую почву углекислых солей кальция, магния и стронция, а также доломитовой муки уменьшает содержание воднорастворимого бора в почве. Каких-либо существенных различий в этом отношении между взятыми для опыта углекислыми солями не наблюдается, все они с увеличением дозы уменьшают растворимость почвенных соединений бора.

Выводы

- При известковании почвы происходит уменьшение растворимости борных соединений, содержащихся в почве, и понижение доступности их растениям.
- Каких-либо различий в действии углекислых солей Ca, Mg и Sr на уменьшение доступности почвенного бора не наблюдается.
- Известь уменьшает доступность почвенного бора не только на кислых подзолистых почвах, но и на нейтральных почвах — черноземах.
- Уменьшение доступности почвенных соединений бора от известия является главной причиной повышенной потребности растений в борных удобрениях на известкованных и карбонатных почвах.

Научный институт по удобрениям
и инсектофунгисидам

Поступило
28 VI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. В. Каталымов, Сборн. Применение микроудобрений, ВАСХНИЛ, 1941, стр. 20. ² М. В. Каталымов, ДАН, 53, № 9 (1946).