

В. В. ЯКОВЛЕВА

ВЛИЯНИЕ БОРА НА ПРЕВРАЩЕНИЕ ФОСФОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТЕНИЯХ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 8 IX 1950)

Работами ряда исследователей (^{1, 6, 8}) установлено, что углеводный и белковый обмен растений чрезвычайно резко меняется под воздействием бора. В исследованиях (^{2, 5, 7}) и др. приводятся данные о том, что бор способствует более продуктивному использованию зольных элементов на построение единицы органического вещества. Отмечается, что при внесении бора в питательную смесь фосфор, так же как и другие зольные элементы, расходуется более экономно. В работе (³) указывается, что бор способствует передвижению фосфора из стеблей в листья.

Более углубленных исследований по вопросу о роли бора в превращении фосфорных соединений в растениях в современной литературе по бору не приводится.

Для выяснения влияния бора на превращение фосфорных соединений в растениях нами был поставлен опыт с проростками подсолнечника в песчаных культурах на видоизмененной смеси Гельригеля, в которой вместо KH_2PO_4 дана смесь $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ с таким расчетом, чтобы значение pH было доведено до 6,0. Смесь Гельригеля была взята в половинной концентрации. Бор внесен в виде H_3BO_3 по следующей схеме: 0,0; 0,5; 2,0; 5,0 мг/кг.

В возрасте 20 дней, когда наметилось страдание от недостатка бора, растения были убраны.

Сырой вес 100 растений при уборке приведен в табл. 1.

Таблица 1

Дозы бора в мг/кг	0,0	0,5	2,0	5,0
Сырой вес в г 100 раст.	156,1	170,8	167,1	157,4
То же в %	100	109	107	101

Растения после уборки разделены на отдельные органы, зафиксированы и в листьях и стеблях сделано определение валового количества P_2O_5 (по Шефферу), а также органических и минеральных соединений фосфора (по Соколову). В табл. 2 приведены соответствующие данные.

Из табл. 2 видно, что валовое количество P_2O_5 в листьях и стеблях не остается постоянным при различном питании бором. При недостатке бора процент P_2O_5 достигает наибольшей величины, причем в листьях разница в содержании P_2O_5 по вариантам выражена более резко, чем в стеблях.

Соотношение минеральных и органических соединений фосфора при разных уровнях питания бором неодинаково. При борном голодании

Таблица 2

Дозы бора в мг/кг	Л и с т ь я				С т е б л и			
	P_2O_5 валов. в % на сух. веш.	P_2O_5 минер.		P_2O_5 органич. в % от общ.	P_2O_5 валов. в % на сух. веш.	P_2O_5 минер.		P_2O_5 органич. в % от общ.
		в % на сух. веш.	в % от общ.			в % на сух. веш.	в % от общ.	
0,0	1,24	0,64	51,6	48,4	1,22	0,82	67,2	32,8
0,5	1,03	0,54	52,4	47,6	0,99	0,62	62,6	37,4
2,0	1,02	0,52	51,0	49,0	1,05	0,66	62,8	37,2
5,0	0,98	0,48	49,0	51,0	1,04	0,61	58,6	41,4

количество минеральных соединений фосфора в листьях больше, чем количество органических. При питании бором это соотношение меняется за счет увеличения органической фракции и уменьшения неорганической.

В стеблях эта картина выражена еще более резко, чем в листьях, причем в стеблях количество минеральных соединений фосфора и абсолютно и относительно выше, чем в листьях.

Необходимо подчеркнуть, что анализы были проведены в тот момент, когда страдание растений от недостатка бора едва наметилось, разница в весе растений по отдельным вариантам была незначительна и, тем не менее, в этом опыте весь обмен веществ был нарушен из-за недостатка бора.

Другой опыт был поставлен с сахарной свеклой в песчаных культурах на смеси Белоусова по схеме: 1) без бора и 2) бор в дозе 1 мг/кг.

В отсутствие бора растения с самого начала очень отставали в своем развитии и были убраны 4 VIII с явно выраженной гнилью сердечка; вес корней при уборке составил 23,5 г.

По дозе бора 1 мг/кг растения развивались нормально и были убраны 20 IX; вес корней при уборке составил 490,9 г.

В листьях сахарной свеклы по этим двум вариантам 3 раза за время вегетации было сделано определение валового количества P_2O_5 , а также P_2O_5 органических и минеральных соединений.

Данные по содержанию различных соединений фосфора приведены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание различных соединений фосфора в листьях сахарной свеклы (в % на сух. веш.)

Дата уборки	Доза бора в мг/кг	P_2O_5 валов. в % на сух. веш.	P_2O_5 в % на сух. веш.				P_2O_5 неорганич. в % от общ.	P_2O_5 органич. в % от общ.
			неорганич.	органич. раствори- мая в 1% HCl	фосфатиды	нуклео- протеиды		
24 VI	0,0	1,45	0,58	0,15	0,25	0,17	50,4	49,6
	1,0	1,11	0,47	0,17	0,29	0,18	42,3	57,7
13 VII	0,0	0,88	0,58	нет	0,13	0,17	63,6	36,4
	1,0	0,82	0,41	0,17	0,14	0,10	50,0	50,0
3 VIII	0,0	1,34	0,98	0,06	0,10	0,20	73,1	26,9
	1,0	0,70	0,41	0,14	0,09	0,06	58,5	41,5

Из данных табл. 3 можно сделать следующие выводы.

1. При наличии бора наибольшее процентное содержание валовой P_2O_5 в листьях сахарной свеклы наблюдается в первый период роста, а во все последующие периоды, в особенности в последний, оно значительно снижается. Это соответствует тому, что наблюдается при нормальном росте растений: в первый период развития у них процентное содержание валовой P_2O_5 в листьях бывает всегда выше, с возрастом содержание P_2O_5 падает. В растениях же, выросших без бора, наибольшее количество P_2O_5 накапливается в последний период вегетации растений.

2. Содержание минерального фосфора с возрастом растений относительно увеличивается. Это относительное повышение минерального фосфора, наступающее с возрастом, явление закономерное, свидетельствующее о снижении синтетической деятельности листа по мере старения, но при борном голодании это увеличение гораздо резче, чем в варианте с бором. Так, за период с 2+ VI по 3 VIII относительный процент неорганических соединений фосфора по варианту с бором вырос с 42,3 до 58,5%, а при борном голодании с 50,4 до 73,1%. При борном голодании поступление фосфора в растение не прекращается, но к концу вегетации основная часть его (73,1%) остается в виде минерального фосфора и только незначительная часть (26,9%) переходит в органические соединения.

В этом опыте с сахарной свеклой мы наблюдаем ту же картину, что и в опыте с проростками подсолнечника, только процессы здесь пошли дальше и глубже, чем в кратковременном опыте с проростками подсолнечника.

Общие закономерности в распределении фосфорной кислоты в растении в зависимости от питания бором, подмеченные нами в вегетационных опытах с сахарной свеклой и в опытах с проростками подсолнечника, обнаруживаются также и в полевых условиях, хотя здесь они выражены не так отчетливо, как в описанных выше опытах.

Определение форм фосфорной кислоты было проведено на материале, полученном в опыте с внесением бора под семенники клевера в Институте земледелия нечерноземной полосы (Немчиновка) на почвах, положительно реагирующих на внесение борных удобрений.

Данные по содержанию фосфорной кислоты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Содержание P_2O_5 в клевере (в % на сух. вещ.)

Дата	Фаза	Орган	Без бора				С бором			
			P_2O_5 валов. в % на сух. вещ.	P_2O_5 минер.		P_2O_5 органич. в % от общ.	P_2O_5 валов. в % на сух. вещ.	P_2O_5 минер.		P_2O_5 органич. в % от общ.
				в % на сух. вещ.	в % от общ.			в % на сух. вещ.	в % от общ.	
14 VI	Бутонизация	Пластинки	0,66	0,32	48,5	51,5	0,64	0,33	51,6	48,4
		Стебли	0,48	0,25	52,1	47,9	0,46	0,22	48,0	52,0
7 VII	Цветение	Пластинки	0,75	0,38	50,7	49,3	0,71	0,35	49,3	50,7
		Стебли	0,59	0,31	52,5	47,5	0,55	0,31	56,4	43,6
		Головки	0,98	0,57	58,2	41,8	0,94	0,51	54,3	45,7

При внесении бора в полевом опыте содержание валового количества P_2O_5 клевера меньше, чем в отсутствие бора. Содержание минеральной P_2O_5 в абсолютных цифрах во всех случаях, кроме одного,

выше в растениях, не получивших питания бором, т. е. закономерности в распределении фосфорной кислоты те же, что и в предыдущих опытах.

Во всех этих опытах отмечается повышенное содержание органических соединений фосфора в листьях растений, получивших бор. Эти данные хорошо согласуются с положительным влиянием бора на фотосинтез (⁴, ⁸), так как наличие богатых энергией органических форм фосфорных соединений играет исключительно большую роль в процессе фотосинтеза.

Всесоюзный институт удобрений,
агротехники и агропочвоведения

Поступило
30 VIII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. А. Белоусова, Тр. ВНИИСП, Физиология корневого питания (1936).
² Е. В. Бобко и Г. С. Сыворотки, Хим. соц. земледел., 8 (1935). ³ М. М. Мазаева, Бот. журн., № 1, 23 (1938). ⁴ А. А. Рихтер и Н. Г. Васильева, ДАН, 30, № 7 (1941). ⁵ А. Г. Шестаков и Г. С. Сыворотки, Из результатов вегетационных опытов и лабораторных работ, под ред. Д. Н. Прянишникова, 16 (1935).
⁶ М. Я. Школьник, Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии, 1950. ⁷ А. П. Щербаков, Хим. соц. земледел., № 7 (1935). ⁸ В. В. Яковлева. Рефераты докладов на Конференции по микроэлементам, 1950.