

А. В. ПЕТЕРБУРГСКИЙ

## ОБ УСВОЕНИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ОВСОМ ИЗ РАСТВОРА И АДСОРБЕНТОВ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 25 XI 1949)

Изучение степени доступности растениям питательных веществ, адсорбционно связанных коллоидами и суспензоидами, имеет большое значение, так как в этой форме находится в почве заметная, а для катионов и преобладающая, часть элементов минерального питания сельскохозяйственных культур.

В наших опытах <sup>(1)</sup> показано было, что корневая система пшеницы и подсолнечника в состоянии одновременно усваивать из адсорбентов ионы: нитратный, фосфатный, сульфатный, кальция, магния и калия, т. е. все так называемые макроэлементы. Усвоение происходило в отсутствие растворимых солей, ибо за исключением ничтожных количеств хлорида железа, сульфата марганца и борной кислоты в виде раствора ничего не добавлялось.

Это заставляет признать, что в результате обменных реакций между поверхностями корневых волосков и тонкодисперсных частиц почвы принципиально возможно поглощение растением необходимых ему веществ в ионной форме.

Однако размеры такого поглощения, а отсюда и урожай культур сильно уступает количеству тех же веществ, усвоенных растениями, развивавшимися на нормальной солевой питательной смеси и давшими поэтому более высокий урожай.

В связи с полученными результатами представлялось интересным сопоставить возрастающие дозы питательных веществ в адсорбированной и растворимой формах, поскольку одной из вероятных причин отставания растений, питавшихся за счет адсорбентов, мог быть недостаточный контакт между корневыми волосками и твердыми частицами — носителями адсорбированных ионов. Ввиду необычайно высокой поглотительной способности амберлита (препарата из искусственной амино- и фенольно-формальдегидной смолы) навески его, приходившиеся на сосуд с песком, были очень малыми. Это, несмотря на самое тщательное перемешивание песка с тонко измельченным амберлитом при подготовке сосудов для культуры растений, не могло не ограничивать возможность «встречи» корневого волоска с частицей адсорбента. При повышенных дозах амберлита указанная неблагоприятная особенность до некоторой степени должна была устраняться.

Опыт поставлен был в песчаных культурах с овсом (сорта А-315). Влажность поддерживалась на уровне 60% от влагоемкости песка. Солевая питательная смесь в дозах 0,5; 1,0 и 2,0 сравнивалась с 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 и 4,0 дозами тех же веществ в адсорбированном амберлитами состоянии. При этом в отличие от опытов с пшеницей, адсорбенты содер-

жали не только все макроэлементы, но и железо и марганец. В растворе вносилась лишь борная кислота.

Ввиду позднего времени (появление всходов 26 VII, начало выколашивания 21 IX) овес не успел вызреть. Тем не менее, вес общей массы растений (табл. 1) отчетливо показывает, что по мере увеличения доз питательных элементов, данных в адсорбированном состоянии, усиливается рост овса и возрастает урожай его. Об этом же свидетельствует и внешний вид растений.

Таблица 1

Урожай овса при увеличении доз питательных веществ в растворе и в адсорбированном состоянии

Варианты опыта	Вес возд.-сухой массы в г на сосуд (средн. из 2 повт.)	
	солома	зерно
Солевая смесь — 0,5 нормы . . . . .	19,075 ± 0,425	1,6 ± 0,20
Нормальная солевая смесь . . . . .	27,50 ± 2,15	1,8 ± 0,10
Солевая смесь — 2 нормы . . . . .	23,85 ± 0,70	1,8 ± 0,10
Адсорбенты — 0,5 » . . . . .	8,00 ± 0,15	0,55 ± 0,05
Адсорбенты — 1 норма . . . . .	12,275 ± 0,325	1,175 ± 0,025
Адсорбенты — 2 нормы . . . . .	17,70 ± 0,90	1,45 ± 0,25
Адсорбенты — 3 » . . . . .	21,95 ± 0,50	1,275 ± 0,375
Адсорбенты — 4 » . . . . .	21,85 ± 0,20	1,40 ± 0,10

Характерно, что в случае солевой смеси наблюдалось некоторое страдание растений (пожелтение верхушек листьев) уже при удвоении дозы, что нашло свое отражение и в урожае соломы. Напротив, в сосудах с адсорбентами отставание в развитии овса и бледнозеленый цвет листьев были заметны при самой низкой (половинной) норме питательных веществ.

Результаты анализа урожая зерна и соломы на содержание азота, калия, кальция, магния, серы и фосфора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Усвоение овсом питательных веществ из раствора и адсорбентов при увеличении их доз

Варианты опыта	Усвоено в миллиэквивалентах на сосуд (средн. из 4 опред.)					
	N	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Солевая смесь — 0,5 нормы . . . . .	15,43	5,11	6,46	7,31	4,80	6,66
Солевая смесь — 1 норма . . . . .	29,34	9,11	10,12	9,13	7,37	10,90
Солевая смесь — 2 нормы . . . . .	51,21	17,16	15,68	9,45	7,38	10,74
Адсорбенты — 0,5 » . . . . .	5,35	3,75 *	1,01 *	1,24 *	1,72 *	4,16 *
Адсорбенты — 1 норма . . . . .	10,24	7,37	2,05	2,78	3,50	6,30
Адсорбенты — 2 нормы . . . . .	18,98	12,44	2,31	2,47	2,67	9,49
Адсорбенты — 3 » . . . . .	27,40	17,51	2,44	2,58	8,18	13,41
Адсорбенты — 4 » . . . . .	34,81	18,93	3,76	4,99	10,25	12,82

\* Только для соломы; в зерне не определено из-за недостатка материала для анализа.

Сравнительный расчет количеств этих веществ, усвоенных овсом из раствора и адсорбентов, показывает, что доступность для растений питательных ионов из адсорбированного состояния растет вместе с увеличе-

нием доз их. Повидимому, уже тройная доза (против нормальной солевой смеси) достаточна для того, чтобы овес развивался вполне удовлетворительно.

Обращает внимание низкая доступность овсу магния и особенно кальция из адсорбента. Надо полагать, что причиной этого является более прочное удерживание их адсорбентом как ионов двухвалентных.

Таким образом, повышая дозы питательных веществ, вносимых в адсорбированном состоянии, и тем увеличивая их доступность растению вследствие улучшения контакта корневых волосков с частицами адсорбента, мы получаем и возрастание урожая, который все более и более приближается в этих условиях к урожаю по солевой питательной смеси.

Наилучшие же результаты обеспечивает сочетание в среде, из которой растения черпают питательные вещества, и солей и адсорбентов. В этом убеждают результаты другого опыта, поставленного с овсом того же сорта и также в песчаных культурах. Схема и результаты этого опыта представлены в табл. 3.

Таблица 3

Урожай овса и усвоение им питательных веществ из раствора и адсорбентов

Варианты опыта	Вес абс.-сух. массы в г на сосуд (средн. из 2 повт.)		Усвоено в миллиэквивалентах на сосуд (средн. из 4 опред.)					
	зерно (без оболочек)	солома	N	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Нормальная солевая смесь . . . . .	8,43 ± 1,01	16,38 ± 0,38	26,19	9,09	2,13	1,76	4,80	7,16
Все питательные ионы в адсорбированном состоянии . . . . .	0,84 ± 0,65	10,68 ± 0,02	8,70	6,72	1,62	0,82	3,48	8,63
Контроль (без солей и адсорбента) . . . . .	0,43 ± 0,10	1,79 ± 0,06	1,99	1,40*	0,25	0,09	0,56*	0,30*
Адсорбенты без азота (амберлит, насыщенный NO <sub>3</sub> не вносился) . . .	0,47 ± 0,15	2,11 ± 0,49	1,53	2,58*	0,12	0,10	0,70*	3,51*
Адсорбенты без серы (амберлит, насыщенный SO <sub>4</sub> не вносился) . . .	2,33 ± 0,18	4,67 ± 0,42	7,09	5,10	1,72	0,40	1,29	5,95
Нормальная солевая смесь амберлиты, не насыщенные питательными ионами . . .	11,97 ± 0,41	19,65 ± 0,20	30,19	9,04	5,19	3,45	6,12	10,70

\* Из-за недостатка материала для анализа K, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и SO<sub>4</sub> в зерне не определены; данные приводятся только для соломы.

Сравнивались: 1) нормальная солевая смесь; 2) те же количества ионов в адсорбированном на амберлитах состоянии и 3) сочетание солевой питательной смеси с такими же навесками, что и в предыдущем варианте исходных амберлитов (не насыщенных необходимыми растениям ионами).

Контроль — растения, развивавшиеся без солей и амберлитов. Кроме того, ввиду наличия в составе амберлитов азота и серы, включались

варианты без этих питательных веществ, чтобы проверить, насколько они доступны растениям из ненасыщенных амберлитов.

Данные об урожае и результаты анализа зерна и соломы, приведенные в табл. 3, показывают, что наилучшее развитие и максимальный вынос питательных веществ достигаются при наличии в сосуде и солей и адсорбента. Роль последнего, как известно, особенно велика в начале роста культур, когда очень важна регуляция состава и концентрации раствора.

Второе место по урожаю и выносу питательных веществ занимает солевая питательная смесь. Питание всеми элементами (включая и бор) из адсорбированного состояния привело к более низкому урожаю (в особенности зерна) и пониженному использованию питательных веществ.

Усвоение овсом азота и серы, являющихся конституционными составными частями амберлитов, весьма ничтожно (а для азота практически не имеет значения). Поэтому наличие их в амберлите не должно служить препятствием для постановки опытов с этим адсорбентом.

Московская сельскохозяйственная академия  
им. К. А. Тимирязева

Поступило  
31 X 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. В. Петербургский, ДАН, **СО**, № 5 (1948).