

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. С. БУТКЕВИЧ, член-корреспондент Академии Наук СССР, и
Л. В. МАНУАШВИЛИ

**ВЛИЯНИЕ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ НА ПОСТУПЛЕНИЕ В РАСТЕНИЕ
КАЛИЯ И НА УРОЖАЙ**

Данные о влиянии солей натрия на поступление в растение калия имеются в литературе (1, 2, 3, 4), но эти данные противоречивы: в некоторых случаях отмечается стимулирующее влияние, в других, наоборот, задерживающее. Причина этих расхождений оставалась недостаточно ясной. Можно было предполагать, что они определяются преобладающим влиянием того или другого иона соли натрия в связи с ее концентрацией. Стимулирующее влияние анионов на диффузию катионов—явление физико-химическое, установленное нашими опытами с диффузией солей через неживые пленки (5, 3). Антагонистические взаимоотношения между катионами, наблюдаемые при их поступлении в живые клетки, могут быть поставлены в связь с специфической структурой плазматических пленок, сообщающей им способность адсорбировать катионы. Представлялось вероятным, что с ростом концентрации соли натрия депрессивное действие ее катиона на поступление в клетку калия постепенно получает преобладание над стимулирующим влиянием аниона и наконец, выдвигаясь на первый план, дает суммарный эффект в виде антагонистической депрессии.

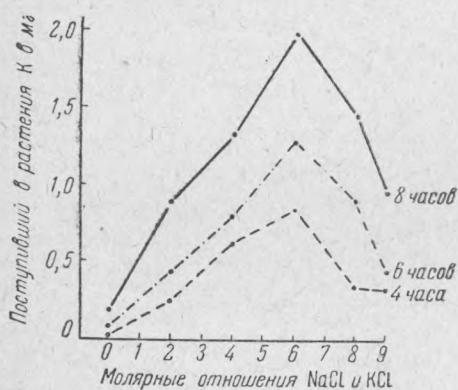
Для ближайшего освещения только что отмеченных взаимоотношений нами проведен ряд опытов по влиянию хлористого натрия на поступление в растения калия из раствора его солей.

Для опытов брались молодые растения пшеницы и кукурузы, выращенные в водной культуре на нормальной среде Гельригеля, с добавлением микроэлементов по Шроппу и Шарреру (6).

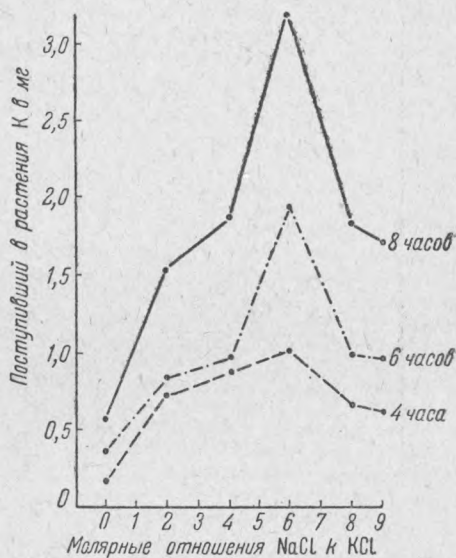
Для испытания влияния NaCl на поглощение корневой системой калия растения помещались в растворы солей калия одинаковой концентрации (миллимолярные, KCl 75 мг на 1 л) без добавки и с добавкой различных количеств NaCl (от 1 до 9 миллимол., т. е. от 60 до 540 мг на 1 л). Каждый из употреблявшихся для этих опытов сосудов содержал по 500 см³ испытуемого раствора, и в него помещалось по 7 растений пшеницы или по 2 растения кукурузы. Через 4, 6 и 8 часов в испытуемых растворах определялось содержание калия, и таким образом выяснялся ход его поглощения растениями, в зависимости от концентрации сопутствующей ему соли натрия. Во всех опытах как с пшеницей, так и с кукурузой, на растворах с различными солями калия эта зависимость в общем имела один и тот же характер. С нарастанием концентрации NaCl поступление калия в растения сначала повышалось, а затем за известным пределом концентрации начинало снижаться. Результаты опытов с пшеницей и кукурузой, в кото-

рых в испытуемых растворах KCl сочетался с NaCl, изображены графически в виде кривых на фиг. 1 и 2. Такого же характера кривые с некоторым смещением точки перелома в ту или другую сторону получены и в опытах с другими солями калия.

Таким образом при умеренной концентрации, как и нужно было ожидать на основании теоретических соображений относительно взаимодействия ионов в растворе и на основании опытов в неживых пленках, хлористый натрий ускоряет поступление калия; это действие связано с повышением в растворе концентрации анионов. При повышении концентрации NaCl за известный предел наступает перелом, представляющий результат проявления антагонистических отношений между ионами K и Na. Эти отношения в известной мере проявляются конечно и при более низких концентрациях, но они маскируются противоположным влиянием аниона соли Na. Натрий с повышением концентрации его соли, адсорбируясь плазматической пленкой, насыщает ее и таким образом преграждает путь для калия.



Фиг. 1.—Опыт с растениями пшеницы. Поступление в растения К из растворов KCl (75 мг на 1 л) в зависимости от концентрации сопровождающего его NaCl.



Фиг. 2.—Опыт с растениями кукурузы. Поступление в растения К из растворов KCl (75 мг на 1 л) в зависимости от концентрации сопровождающего его NaCl.

Наряду с описанными выше кратковременными опытами проведены и длительные опыты с пшеницей в песчаной культуре и с кукурузой— в водной. В этих опытах прослежено влияние дополнительного введения в питательную среду различных количеств NaCl на общий урожай и на поступление в растения калия. И здесь в известных пределах концентрации NaCl установлена стимуляция им поступления в растения калия, и в то же время обнаружено значительное повышение урожая. Последнее связано повидимому не только со стимуляцией поступления калия, но и с другими сторонами действия соли Na. Одним из проявлений этого действия в опыте с кукурузой было ясно выраженное усиление в развитии корневой системы.

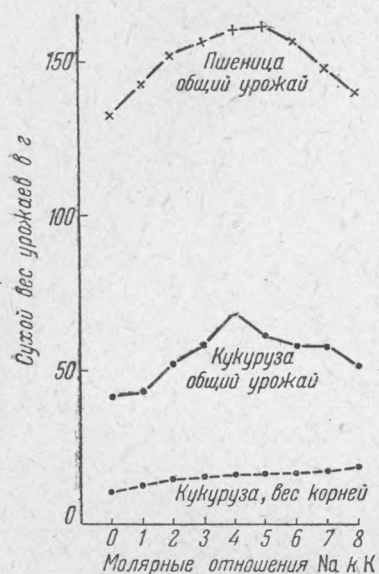
По сравнению с контролем (без NaCl) в культурах с добавкой 3—4 NaCl на 1 К общее содержание калия в урожае пшеницы повышалось больше, чем вдвое. С дальнейшим повышением добавки NaCl оно снова снижается, оставаясь однако и при 8 NaCl более высоким, чем в контроле.

Максимальное повышение общего урожая при добавке 4—5 NaCl составляло в опытах с пшеницей около 25% и с кукурузой свыше 60% от контроля (без NaCl). Результаты опытов представлены графически на фиг. 3.

В дальнейшем проведены опыты с горохом и овсом в песчаной культуре (среда Прянишникова) по частичному замещению в среде калия натрием и опыты с пшеницей в водной культуре (среда Гельригеля) по выключению из среды калия в известные периоды развития растений и по замене его в эти периоды эквивалентным количеством натрия.

В опытах с частичной заменой калия натрием показано, что при такой замене, в пределах 25—75%, в известной степени или полностью компенсируется снижение урожая, вызываемое частичным исключением из среды калия. Таким образом установлена возможность частичного физиологического замещения калия натрием без ущерба для развития растений⁽⁷⁾.

При частичном замещении калия натрием отмечены некоторые характерные изменения в структуре растений: листья становились шире, мясистее и темнее и обнаруживали более высокое содержание воды и большую скученность вследствие более слабого развития стеблей. Кроме того анализ обнаружил в культурах с натрием усиленное перемещение в молодые листья калия, а также



Фиг. 3.—Опыты с песчаной культурой кукурузы и с водной культурой кукурузы. Развитие растений при введении в питательную среду различных количеств NaCl.



Фиг. 4.—Опыт с пшеницей в водной культуре. Выключение калия и замена его натрием в фазах колошения и стеблевания.

и азота и фосфора. Перемещение последних может быть вторичным явлением, связанным с перемещением калия [см. данные Вольфа, 1936⁽⁸⁾].

В опытах с полным исключением из среды калия и с заменой его натрием в известных фазах развития растения (пшеница в фазах колошения и стеблевания) такая замена не только устраняла вызываемое исключением калия снижение урожая, но и приводила к заметному повышению его по сравнению с контролем, где калий оставался в культуре в течение всего вегетационного периода. Таким образом исключение калия из питательной среды с заменой его натрием в известной фазе вегетации оказывалось благоприятным для развития растения. Результаты данной серии опытов изображены графически на фиг. 4.

В заключение отметим еще результаты опыта с фракционным снабжением растений солями калия и натрия. При таком снабжении не достигался эффект, получаемый при доставлении растениям тех же солей в виде раствора, содержащего их совместно. Отсюда следует, что эффект от солей натрия по отношению к калийному питанию растений является если и не всецело, то в известной мере результатом взаимодействия солей в растворе, из ко-

того они воспринимаются растением. Таким образом в данном случае получено новое подтверждение соображений относительно такого рода взаимодействия, развитых в предыдущих работах одним из нас (⁹, ¹⁰, ⁵).

Лаборатория физиологии растений и микробиологии Тимирязевской с.-х. академии.

Поступило
13 XI 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Pfeifer, Mitt. Landw. Instit., Breslau, **3**, 567 (1905). ² K. Scharrer u. W. Schropp, Ernährung der Pflanze, **31**, 301 (1935). ³ В. В. Буткевич, Химизация соц. земледелия, **2** (1935). ⁴ K. Schmalzfuss, Das Kalium, eine Studie zum Kationenproblem im Stoffwechsel u. bei der Ernährung der Pflanze (1936). ⁵ В. С. и В. В. Буткевич, Bioch. ZS., **161**, 468 (1925) и **204**, 303 (1929). ⁶ W. Schropp u. K. Scharrer, Jahrb. wiss. Bot., **78**, 544 (1933). ⁷ См. также С. П. Молчанов и Н. А. Дмитрова, Химизация соц. земледелия, **11** (1936). ⁸ H. Wolff, Vers.-St., **124**, 200 (1936). ⁹ В. С. Буткевич, Успехи биол. химии **5**, **3** (1927). ¹⁰ В. С. Буткевич, Научно-агрон. журн., **2**, 307 (1925).