

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. С. ЖУКОВ

**ВЛИЯНИЕ ОДНОВАЛЕНТНЫХ И ДВУВАЛЕНТНЫХ КАТИОНОВ
НА ОБРАЗОВАНИЕ ЛИОФИЛЬНЫХ КОЛЛОИДОВ В КЛЕТКАХ
И ТКАНЯХ РАСТЕНИЙ ***

(Представлено академиком А. И. Опариным 3 VII 1953)

Вопрос о значении катионов в жизни и питании растений до настоящего времени остается мало выясненным. Многочисленные исследования в этом направлении с полной достоверностью устанавливают лишь факт специфического действия катионов на рост растений, но по существу физиологической роли некоторых катионов наши познания остаются пока еще весьма ограниченными (1-4).

Установлено (5-9), что такие катионы, как кальций и калий, составляющие основную часть золы растений, находятся в них или в форме простых солей, или в лабильной (адсорбированной) связи со структурными элементами клеток растений (9). Это дает основание полагать, что значение катионов нужно усматривать прежде всего в их влиянии на физико-химические свойства и состояние коллоидов клеток и тканей самих растений.

Вопрос о влиянии катионов на коллоидно-химические свойства клеток и тканей растений в настоящее время мало разработан. Вместе с тем нам хорошо известно, что все жизненные процессы, протекающие в растительном организме, теснейшим образом связаны с изменениями коллоидно-химических систем растительной клетки (10-12). Вот почему изучение данного вопроса приобретает чрезвычайный интерес как с теоретической, так и с практической стороны. Заполнение существующих пробелов в этом направлении позволит нам быстрее разобраться в сущности этого явления и подойти к более сознательному управлению ростом и продуктивностью культурных растений путем регулирования их солевого питания.

Объектом исследований служили разного возраста растения (овес, кукуруза и сахарная свекла), специально выращенные на питательных смесях, содержащих различное соотношение одновалентных и двухвалентных катионов.

В табл. I приведены соответствующие данные, иллюстрирующие общую зависимость между составом питательного раствора и составом растений в отношении изучаемых катионов.

Из данных табл. I следует:

1) Чем больше того или иного катиона в питательной среде, тем выше содержание его в растениях, хотя прямой пропорциональности в этом не наблюдается.

2) С возрастом растений содержание калия в них уменьшается, а кальция увеличивается, т. е. к концу вегетации в органах и тканях растений наблюдается повышенное накопление извести.

* Настоящая работа была начата в лаборатории акад. Д. Н. Прянишникова.

Эти два положения необходимо иметь в виду при разборе излагаемых ниже экспериментальных данных по изменению коллоидно-химических свойств растений под влиянием отдельных катионов.

Таблица 1

Соотношение кальция и калия в растениях в зависимости от соотношения их в питательном растворе (в % от суммы их эквивалентов)

В питательной смеси		В наземной вегетативной части растений											
		Овес				Кукуруза				Ботва сахарн. свеклы			
		30-дн. возр.		зрел. раст.		30-дн. возр.		в возр. 110 дн.		в возр. 3 пар. листьев		в период созревания	
Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K	Ca	K
5	95	4	96	6	94	7	93	7	93	7	93	13	87
50	50	18	82	25	75	18	82	37	63	20	80	26	74
95	5	63	37	75	25	79	21	88	12	75	25	87	13

Применяя метод А. В. Думанского (13), я получил следующие данные по влиянию Ca, Mg, K и Na на содержание лиофильных коллоидов в ботве и корне сахарной свеклы (табл. 2).

Таблица 2

Содержание лиофильных коллоидов в сахарной свекле в зависимости от соотношения катионов в питательном растворе (в г на 100 мл нормального сока)

№№ вар.	Соотнош. катионов в питат. растворе в % от суммы их эквивал.				85-дн. раст.		Корни зрел. раст.
	Ca	Mg	K	Na	ботва	корни	
1	70	10	10	10	2,284	0,944	0,586
2	50	30	10	10	2,388	0,957	0,594
3	30	50	10	10	2,407	0,966	0,645
4	10	70	10	10	2,472	1,048	0,718
5	50	10	30	10	3,686	1,188	0,724
6	30	10	50	10	3,722	1,207	1,036
7	10	10	70	10	3,744	1,224	1,108
8	50	10	10	30	2,533	0,823	0,725
9	30	10	10	50	2,865	0,854	0,819
10	10	10	10	70	3,057	0,957	0,921
11	10	50	30	10	3,063	1,202	1,032
12	10	30	50	10	3,039	1,223	1,124
13	10	50	10	30	2,756	0,950	0,653
14	10	30	10	50	2,984	1,200	0,952
15	10	10	50	30	3,572	1,132	0,886
16	10	10	30	50	3,173	1,513	0,892
17	25	25	25	25	3,033	1,088	0,798

1) Количество лиофильных коллоидов как в корнях, так и в листьях свеклы находится в прямой зависимости от соотношения катионов в питательном растворе и изменяется вместе с изменением этого соотношения, причем содержание лиофильных коллоидов в листьях в 2—3 раза превышает содержание их в корнях.

2) С увеличением магния и особенно кальция в питательной смеси резко понижается содержание лиофильных коллоидов в растениях, а с увеличением натрия и особенно калия, наоборот, образование коллоидов сильно возрастает.

3) По силе своего действия на образование лиофильных коллоидов в растениях указанные катионы располагаются в следующий нисходящий ряд: $K \geq Na > Mg > Ca$, т. е. наибольшее влияние на количество лиофильных коллоидов, оказывают одновалентные катионы (калий и натрий) и наименьшее — дувалентные (магний и кальций).

Последнее положение более четко вырисовывается, если рассматривать значение отдельных катионов в образовании коллоидов в растении по отношению к кальцию. Возьмем для примера образование лиофильных коллоидов в ботве сахарной свеклы в зависимости от различного соотношения кальция с другими изучаемыми катионами в питательной смеси (табл. 3). Из этих данных видно, что с уменьшением содержания кальция в питательном растворе с 70 до 10% и с возрастанием другого какого-либо из катионов с 10 до 70% количество коллоидов в листьях свеклы закономерно повышается: по магнию на 8%, по натрию на 34%, а по калию на 64%. При любом соотношении кальция и другого элемента в растворе содержание коллоидов в листьях сильно увеличивается слева направо, т. е. от магния к натрию и особенно к калию.

Аналогичная закономерность в изменении содержания лиофильных коллоидов при изменении указанных катионов в питательной среде наблюдается и в корнях свеклы разного возраста.

Если рассматривать полученные данные с точки зрения суммарного влияния одновалентных и дувалентных катионов на образование лиофильных коллоидов в растениях, то, объединив из табл. 2 одинаковые варианты опыта между собой по сумме одноименных по валентности катионов, можно видеть (табл. 4) определенную зависимость между содержанием одновалентных и дувалентных катионов в питательном растворе, с одной стороны, и наличием лиофильных коллоидов в растении, с другой: чем выше питание свеклы одновалентными и ниже дувалентными катионами, тем

больше образуется лиофильных коллоидов в клетках и тканях растения. Кроме того, цифры табл. 2 и 4 устанавливают еще одну чрезвычайно существенную закономерность, а именно: к концу вегетации свеклы содержание лиофильных коллоидов в корне сильно снижается. Это понижение биокolloидов с возрастом растений обуславливается по

Таблица 3

Сравнительное влияние отдельных катионов на образование лиофильных коллоидов в листьях сахарной свеклы

Соотнош. катионов в питат. смеси	Ca : Mg	Ca : Na	Ca : K
----------------------------------	---------	---------	--------

Содержание коллоидов в г на 100 мл нормального сока

70:10	2,28	—	—
50:30	2,39	2,53	3,69
30:50	2,41	2,87	3,72
10:70	2,47	3,06	3,74

Относительное содержание в %

70:10	100	—	—
50:30	104	111	157
30:50	106	126	163
10:70	108	134	164

Таблица 4

Влияние одновалентных и дувалентных катионов на содержание коллоидов в сахарной свекле

Соотнош. Ca + Mg K + Na в питат. растворе	Колич. коллоидов в г на 100 мл норм. сока		
	85-дн. раст.		корни зрел. раст.
	ботва	корни	
80:20	2,64	0,98	0,66
60:40	3,01	1,04	0,78
50:50	3,04	1,09	0,80
40:60	3,15	1,12	0,95
20:80	3,37	1,20	1,02

сути общеизвестным процессом старения, связанным с понижением дисперсности коллоидов, с переходом зелей в гели и приводящим в конечном итоге к отмиранию клеток и тканей растительного организма в целом.

Интересно, что подобное же явление «старения» коллоидов наблюдается и при повышенном питании растений двувалентными катионами (особенно кальцием), которые, как мы видели выше (табл. 2 и 4), в значительной степени понижают содержание лиофильных коллоидов даже у молодых по возрасту растений. Это обстоятельство указывает на определенную взаимосвязь данного явления с преобладающим накоплением кальция в отмирающих тканях и органах растений к концу их вегетации.

Таким образом, проведенные мною исследования по влиянию одновалентных и двувалентных катионов на образование лиофильных коллоидов в сахарной свекле позволяют сделать следующие выводы.

1. Наличие лиофильных коллоидов в клетках и тканях растений, независимо от возраста последних, определяется соотношением одновалентных и двувалентных катионов в питательном растворе: чем больше одновалентных и меньше двувалентных катионов, тем выше содержание лиофильных коллоидов в растениях.

2. По силе своего влияния на образование лиофильных коллоидов в растениях исследованные мною катионы располагаются в следующий нисходящий ряд: $K > Na > Mg > Ca$.

3. С возрастом растения содержание лиофильных коллоидов в тканях понижается, что связано с большим накоплением кальция в стареющих органах и тканях растения.

Курская зональная
опытно-мелиоративная станция

Поступило
4 X 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. П. Костычев, Физиология растений, изд. 3-е, 1, 1937. ² Палладин, Ber. Bot. Ges., 9, 229 (1891). ³ I. Stoklasa, Biochem. Z., 73, 107 (1916); 82, 310 (1917). ⁴ Н. А. Максимов, Краткий курс физиологии растений, 1948. ⁵ С. Костычев, П. Элиасберг, Журн. Русск. бот. об-ва, 5, 45 (1920). ⁶ S. Kostytschew, V. Berg, Planta, 8, 55 (1929). ⁷ М. С. Жуков, Химизац. соц. землед., № 11—12 (1940). ⁸ Ф. Украдыга, ДАН, 33, 297 (1941). ⁹ Е. И. Ратнер, ДАН, 62, № 3 (1948). ¹⁰ F. Voas, Die Pflanze als kolloides System, 1928. ¹¹ Дж. Леб, Динамика живого вещества, 1910. ¹² Д. А. Сабинин, И. И. Колосов, Тр. ВИАА, в. 8 (1935). ¹³ А. Думанский, С. Харин, Журн. сахар. пром., 5, 1—2 (1931).