

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. П. ПОПОВ

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОСНОВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 12 I 1938)

Структурная физико-химическая система—растительная клетка,— состоящая из органических веществ, электролитов и энзимов, при определенном их состоянии в отношении друг к другу характеризуется течением процессов, идентичным направлению последних в микрогетерогенных системах, с исключительным при этом значением поверхностных явлений.

Превращение статической самой по себе растительной коллоидной системы в динамическую зависит как от химического субстрата системы, на котором происходят процессы, так и от того, что в состав системы помимо органических коллоидов—белков, фосфатидов, стеринов и углеводов—входят электролиты (4).

Большая подвижность, биодинамичность электролитов, обуславливающих течение процессов обмена внутри растительной клетки, создающих новые структуры, являющиеся как пластическим материалом, так и источником энергии для организма, делает необходимым изучение их влияния на весь растительный организм

Наличность электролитов в питательном растворе, их концентрация в тот или иной период развития растения отражаются в ходе роста и на коллоидно-химическом составе растения (1-7).

Среди остальных элементов корневого питания роль N, P и K исключительная, и наличие их в питательном растворе в определенные фазы развития растения накладывает свой отпечаток на всю последующую вегетацию, на весь углеводно-коллоидный комплекс, на строение и свойства плазмы, в частности на степень ее гидрофильности (1-3, 6-13).

Вопрос о сроках поступления главных элементов N, P и K представляет интерес, так как наличие или отсутствие какого-либо электролита в растворе в определенную фазу развития растения существенным образом влияет на его урожай и химический состав (1-3, 7-12).

Своевременной дачей питательных веществ и именно тех, в каких нуждается в данный момент растение, можно направлять его биохимический цикл развития в сторону накопления полезных признаков, ради которых возделывается растение (1, 3, 7-13).

Сахарная свекла является чувствительным объектом к изменению условий прирастания, к наличию элементов корневого питания, и вопрос о сроках поступления N, P и K изучается с точки зрения физиологического

обоснования данных производственной практики по подкормке (1-3, 7-12).

В качестве методов изучения изменений, происходящих в растении под воздействием какого-либо исследуемого элемента, может быть применено или непосредственное внесение элемента в питательный раствор в определенную фазу развития или выключение из питательной смеси исследуемого элемента (1, 3, 7, 12).

Это дает возможность определить реакцию растений и сроки максимального потребления основных питательных веществ.

Предлагаемая работа представляет результат такого изучения, проведенного в водных культурах.

Питательная смесь взята Белоусова, а для отдельного изучения Р и К—модификация этой смеси, в которой Р внесен в виде $C(H_2PO_4)_2$, а К в виде КСI по нормам оригинальной смеси.

Растения были на полной питательной смеси до известной фазы развития, а по достижении ее переводились на аналогичную смесь, но лишенную исследуемого элемента (N, Р или К), и оставлялись на ней до конца вегетации.

Сроки снятия с питания взяты следующие:

1-й	—	6	пар	вполне	развитых	листьев
2-й	—	8	»	»	»	»
3-й	—	10	»	»	»	»
4-й	—	13	»	»	»	»

Результаты представлены в таблице. Чем раньше свекла лишается азотного питания, тем меньший получен урожай корня.

Снятие с N, Р и К

Схема	Вес корня		Сахаристость в %	Коэффициент коллоидности (K')	Вязкость сока (т)	Поверхностное натяжение	Содержание в корне в %	
	г	%					N общий	P ₂ O ₅
Контроль								
Оригинал	311	100	19.6	5.42	2.168	67.5	1.1387	0.7714
с N — 6 пар листьев	229	73.6	19.7	7.38	2.154	73.4	0.3453	0.8714
» N — 8 » »	280	90.0	18.9	7.28	2.585	72.7	0.5070	0.8025
» N — 10 » »	285	91.6	18.0	6.32	2.593	72.5	0.7636	0.7701
» N — 13 » »	308	99.0	17.1	6.30	3.121	67.7	1.0420	0.7094
Контроль								
Модифик.	319	100	17.8	5.50	2.245	64.5	0.8987	0.7795
с Р — 6 пар листьев	217	68.0	15.4	7.64	2.629	59.8	1.4152	0.4951
» Р — 8 » »	220	68.9	15.5	7.25	1.921	61.3	0.7935	0.5660
» Р — 10 » »	243	76.1	16.2	6.98	1.707	65.6	0.7922	0.6232
» Р — 13 » »	259	81.1	17.5	6.63	1.696	71.4	0.7707	0.7817
» К — 6 » »	132	41.4	14.5	7.20	1.605	69.9	1.3500	1.0734
» К — 8 » »	191	59.8	15.5	7.44	1.799	68.3	0.9158	0.8199
» К — 10 » »	199	62.3	17.0	8.52	1.906	65.0	0.8397	0.8636
» К — 13 » »	250	78.4	17.5	11.98	2.228	58.2	0.8381	0.8347

При снятии с N в период 6 пар листьев вес корня равен 229 г, или 73.6%; к периоду же 8—10 пар листьев растение запасается в основном азотом, необходимым для формирования растительного организма, и урожайность достигает 90—91.6% от контроля.

Таким образом для нормального развития свеклы азот больше всего требуется в молодом возрасте, когда идет закладка фундамента растительного организма и создание ассимиляционной поверхности.

Фосфор потребляется более равномерно, и к развитию 8 пар листьев вес корня, при исключении в это время Р из питания, достигает только 68.9%.

Калий эффектирует в более поздние сроки, и снятие с калийного питания при 10—13 парах листьев дает урожай от 62.3 до 78.4%.

Сахаристость свеклы по азоту характеризуется тем, что в более поздних сроках питания азотом она понижается. Так, если при снятии с N при 6 парах листьев она равна 19.7%, то при снятии с N при 13 парах листьев сахаристость становится равной 17.1%.

Влияние фосфора, равно как и калия, прямо противоположно азоту: чем дольше свекла получает фосфатное или калийное питание, тем выше сахаристость.

Если при снятии с Р при 6 парах листьев свекла имеет 15.4% сахара, то при снятии с Р при 13 парах листьев сахаристость равна 17.5%.

По калийному фону эффективность еще выше: с 14.5% сахаристость поднимается в более поздних сроках питания калием до 17.5%.

Снятие с азотного питания ведет к уменьшению коллоидности свеклы и тем более эффективному, чем позднее азот выключается из питательного раствора. Если в первом сроке коэффициент коллоидности равен 7.38, то в четвертом он равен 6.30.

В опытах же с песчаными культурами, где азот вносился в питательную смесь, мы получали непрерывное увеличение коллоидности свеклы под влиянием внесенного N.

Таким образом приходим к заключению, что азот является фактором, способствующим образованию гидрофильных коллоидов в сахарной свекле.

Коллоидность свеклы по фосфору имеет аналогичную тенденцию с K' по азоту: чем позже свекла снимается с фосфатного питания, тем меньше K'

При снятии с Р при 6 парах листьев коэффициент коллоидности равен 7.64, а при снятии при 10 парах листьев он равен 6.63. Фосфор, подобно азоту, хотя и в меньшей мере содействует образованию коллоидов.

Снятие с калийного питания в молодом возрасте, 6 пар листьев, дает коэффициент коллоидности, равный 7.20, а при более позднем снятии, с лишением свеклы калийного питания во второй половине вегетации, коллоидность резко возрастает, до 11.98.

Непосредственное же внесение калия в этот период ведет к заметному снижению коллоидности свеклы.

Таким образом калий является фактором, задерживающим накопление коллоидов в свекле.

В отношении вязкости клеточного сока свеклы отмечаем:

1) чем позже свекла снимается с N, тем вязкость выше, достигая в четвертом сроке $\eta=3.121$.

По калию зависимость аналогичная.

2) По фосфору, чем позже свекла снимается с фосфатного питания, тем меньше вязкость сока.

При уменьшении вязкости сока поверхностное натяжение увеличивается.

Анализ зольных элементов показывает, что N в молодом возрасте откладывается не столь значительно в корне (0.3453—0.5070%), а идет на развитие ассимилирующей поверхности, и лишь в более поздние периоды поступает и накапливается в корне.

Фосфор же отлагается в достаточных количествах и в корне.

Наиболее заметен антагонизм Р и N в азотной серии опытов.

Снятие с фосфатного питания ведет к небольшим изменениям в содержании N, но резко заметному изменению в количестве поглощенного растением P_2O_5 .

Так, при снятии с Р при 6 парах листьев содержание P_2O_5 равно 0.4951%, а при снятии с Р при 13 парах листьев процент фосфора равен 0.7817.

Снятие с калийного питания уменьшает и темпы поступления остальных элементов, N и Р, в растение.

В ы в о д ы

1. а) Азот является фактором, способствующим накоплению гидрофильных коллоидов в сахарной свекле.

б) Фосфор действует аналогично, но менее эффективно.

в) Калий во второй половине вегетации задерживает накопление гидрофильных коллоидов в свекле.

2. Чем позже свекла снимается с азотного и калийного питания, тем выше вязкость ее сока.

Действие фосфора—противоположно.

3. Эффективность использования—наибольшая для азота в молодом возрасте свеклы, а для калия—во второй половине вегетации.

Приношу благодарность проф. Т. Т. Демиденко за руководство и ценные указания при выполнении настоящей работы.

Отдел физиологии.
Воронежская областная
опытная станция.

Поступило
13 I 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. Н. Прянишников, Из результатов вегет. опытов, т. XVIII, XIV. (1935). ² К. К. Гедройц, Почвенный поглощающий комплекс растения — удобрение (1935). ³ Ремер, Свекловодство (1929). ⁴ К. Оппенгеймер, Химические основы жизненных процессов (1934). ⁵ Т. Б. Осборн, Растительные белки (1935). ⁶ Д. А. Сабинин, Химиз. соц. землед., № 4—5 (1934). ⁷ П. А. Власюк и И. К. Онищенко, Сб. ВНИС (1936). ⁸ Javillier, Bull. Soc. Chim. biol., 12, 709 (1930). ⁹ Н. D. Lundegardh, Naturwiss., Н. 20 (1935); Biochem. ZS., 151 (1924). ¹⁰ Dexter, Plant Physiology, 9 (1934). ¹¹ O. Lemmermann, ZS. f. Pflanz., Düng. u. Bodenkunde, II, 98, (1923). ¹² И. Дикусар и Н. Сисакьян, Сборник авторефератов, 99 (1936). ¹³ Б. А. Рубин, Биохимия, I, 466 (1936).