

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Т. Т. ДЕМИДЕНКО и Н. П. МАРТЫНОВ

**ВЛИЯНИЕ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА
НА УРОЖАЙ И СОСТАВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 26 III 1937)

Рядом исследователей доказано, что культурные растения лучше развиваются и поглощают минеральные вещества, имея в своем распоряжении питательную среду со слабой концентрацией солей, так как в этом случае последние в большей степени распадаются на ионы, отличаются большой подвижностью, что облегчает поглощающей части корня адсорбцию и всасывание внутрь клетки тех электролитов, которые используются растением в процессе синтеза. Несмотря на то, что сахарная свекла произошла от родичей, селящихся на берегах Средиземного моря и характеризующихся высокой степенью солевыносливости, а также способностью накапливать большое количество минеральных веществ, тем не менее существующие культурные сорта в молодом возрасте болезненно реагируют на внесение высоких доз удобрения, тогда как в более позднем возрасте, справляясь с очень высокими концентрациями солей в почве, развиваются довольно хорошо. Основной средой, из которой растения черпают минеральные питательные вещества в производственных условиях, является почвенный раствор. Концентрация его зависит от содержания воды в почве, общего количества солей и растворимости их. Если влажность почвы достаточно высока, то свекла развивается хорошо даже при очень высоких дозах внесенных удобрений, при снижении влажности растения сейчас же начинают испытывать угнетение.

В связи с задачей получения высоких урожаев свеклы, обязательно влекущей за собой внесение высоких доз удобрений, перед исследователями встает вопрос, при каких концентрациях или грациях осмотического давления почвенного раствора сахарная свекла будет давать наиболее высокий урожай и притом высокого качества. С другой стороны, весьма важно выяснить реакцию сахарной свеклы на высокие дозы различных солей, создавая ими возрастающие градации осмотического давления, и определить в зависимости от свойств питательных веществ солевыносливость культурной свеклы.

Внося в почву на фоне полного минерального удобрения повышенные дозы NaCl , KCl и CaCl_2 , имеющие в своем составе различные катионы при общем анионе Cl' , с учетом вызываемого ими осмотического давления почвенного раствора, мы имели в виду изучить не только влияние различных градаций осмотического давления в почве, но также и специфическое влия-

Влияние осмотического давления почвенного раствора на урожай и состав свеклы

№ п/п	Схема опыта	Урожай		% сахара	Кол-лов в 100 см ³ дифф. сока в г	Удельный вес сока	Вязкость сока	Осмо-тическое давление в атмосферах	Транспира-ционный коэф-фици-ент	% общего азота	% золы в корне	Поглощено в %	
		в г	в %									K ₂ O	Na ₂ O
1	Контроль (NPK)	515,41	100,0	18,87	0,2963	1,0961	2,4112	22,34	301,5	0,7056	2,6785	0,4578	0,0997
2	Почва + NPK + NaCl (1 атм.)	556,75	108,0	20,47	0,4062	1,0984	2,4103	23,16	307,6	0,7604	2,9478	0,7021	0,1368
3	Почва + NPK + 3NaCl (3 атм.)	609,40	118,0	19,30	0,5845	1,0995	2,5018	24,19	318,4	0,8605	3,5479	0,4328	0,1836
4	Почва + NPK + 5NaCl (5 »)	555,91	108,0	19,17	0,6224	1,0986	2,5639	24,78	325,3	0,9196	3,9348	0,3451	0,2437
5	Почва + NPK + Na ₂ SO ₄ (1 »)	593,63	115,0	19,36	0,3435	1,0983	2,3981	23,17	317,4	0,6144	3,2365	0,4316	0,0997
6	Почва + NPK + 3Na ₂ SO ₄ (3 »)	622,53	120,0	18,75	0,4254	1,1034	2,5763	24,16	305,5	0,7235	3,4472	0,4018	0,0763
7	Почва + NPK + 5Na ₂ SO ₄ (5 »)	556,90	108,0	18,42	0,5736	1,0965	2,6689	25,17	285,6	0,8745	3,9876	0,3647	0,0445
8	Почва + NPK + KCl (1 »)	610,72	122,0	20,80	0,3741	1,0984	2,4521	22,78	304,3	0,8574	3,0689	0,8193	0,1145
9	Почва + NPK + 3KCl (3 »)	648,56	132,0	19,50	0,4583	1,0885	2,4680	23,18	316,6	0,7905	3,2768	0,8296	0,0836
10	Почва + NPK + 5KCl (5 »)	548,32	110,0	19,17	0,6785	1,0896	2,4723	24,15	325,5	0,9113	3,6787	0,8836	0,0748
11	Почва + NPK + CaCl ₂ (1 »)	609,63	118,0	18,52	0,3642	1,0887	2,5376	24,18	303,4	0,6836	3,0786	0,7814	0,1149
12	Почва + NPK + 3CaCl ₂ (3 »)	514,54	97,0	17,22	0,4815	1,0894	2,6432	25,06	318,6	0,7576	3,6682	0,6496	0,1546
13	Почва + NPK + 5CaCl ₂ (5 »)	304,54	67,0	17,13	0,5236	1,0899	2,6846	25,98	324,5	0,9114	3,9786	0,5238	0,2037
14	Почва + NaNO ₃ + KCl + Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (1 атм.)	685,36	137,0	20,85	0,3954	1,0932	2,3578	23,17	306,5	0,6436	3,1126	0,6536	0,0672
15	Почва + 3(NaNO ₃ + KCl + Ca(H ₂ PO ₄) ₂) (3 атм.)	754,78	147,0	20,13	0,4283	1,0916	2,4335	24,86	311,2	0,6954	3,5473	0,4239	0,0984
16	Почва + 5(NaNO ₃ + KCl + Ca(H ₂ PO ₄) ₂) (5 атм.)	554,12	111,0	19,24	0,4725	1,0972	2,5786	25,72	318,4	0,8934	3,8641	0,3918	0,1045

ние на урожай и состав корня свеклы каждого из взятых катионов. Наряду с этим важно было сравнить физиологическую ценность анионов Cl' и SO_4 , которые входят в состав «сырых» калийных солей, и установить их влияние на качественный состав свеклы.

Наконец в ряде вариантов различные градации осмотического давления создавались уравновешенным питательным раствором, который получали внесением NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ и KCl , количества которых необходимы для создания определенного осмотического давления в почве, что определялось по формуле вант-Гоффа.

Для разрешения указанных вопросов нами в 1935 г. в вегетационных условиях был заложен опыт по изучению влияния осмотического давления почвенного раствора на сахарную свеклу.

Опыт проводился на фоне полного удобрения, причем N вносился в виде NaNO_3 , P_2O_5 в виде $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, K_2O в виде KCl . На 1 кг почвы было внесено 0.2 г действующего начала. Сосуды вмещали по 15 кг абс. сухой почвы. Во все сосуды было внесено по 45 мг В, Мп и Сu или 0.3 мг на 1 кг почвы. Эти элементы давались растениям для форсирования роста и увеличения сахаристости корня свеклы. Влагоемкость почвы равна 42.57%, поливка производилась по весу 60% от полной влагоемкости. Посев произведен 9 V, всходы появились 15 V, окончательная прорывка сделана 3 VI.

Что же касается фенологических наблюдений над свеклой, выросшей при разных градациях осмотического давления, то их можно формулировать так:

1. Чем меньше концентрация соли, которой создавалось осмотическое давление почвенного раствора, тем лучше развивалась свекла.

2. В первую половину своей вегетативной жизни до выгонки ботвы свекла болезненно реагирует на повышенное содержание солей в почве, а во вторую половину лета она вполне справляется с высокими концентрациями солей.

3. Хлористый и сернокислый натрий при одной атмосфере в молодом возрасте действуют стимулирующе на развитие свеклы, все остальные соли не проявляли положительного влияния на первоначальный рост свеклы.

4. Причина неодинакового влияния хлористых солей на развитие свеклы, независимо от величины осмотического давления, повидимому кроется в двух факторах: а) в различном специфическом влиянии катионов на обмен веществ в растении и б) в различном абсолютном содержании внесенных солей при создании различных градаций осмотического давления почвенного раствора.

Приведем урожайные данные по изучению влияния осмотического давления раствора на урожай и состав сахарной свеклы.

Из полученных данных видно следующее:

1. Хотя Na функционально не может заменить в теле сахарной свеклы калия, тем не менее он поглощается этим растением, принимая активное участие в распределении питательных элементов в вегетативных органах и помогая им более экономно использовать другие зольные вещества.

2. Из хлористых солей, имевшихся в опыте, NaCl при низких концентрациях оказывает наиболее благоприятное влияние на развитие свеклы в молодом возрасте.

3. Свекла на первых стадиях своего развития при повышенных градациях осмотического давления испытывает значительное угнетение в развитии, но во вторую половину лета она оправляется и начинает расти нормально.

4. Создавая в почве различное осмотическое давление разными солями, нам удалось расположить их по физиологической ценности в такой ряд: $\text{NPK} > \text{KCl} > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{CaCl}_2$.

5. Кривая, характеризующая урожай свеклы в зависимости от концентрации солей, внесенных в почву, имеет урожайный максимум при давлении в 1—3 атм, а при 5 атм в некоторых случаях наблюдается депрессия роста и урожая корня свеклы.

6. Урожай свеклы в зависимости от величины осмотического давления и солей, которыми оно создавалось, дает для них такую последовательность: $\text{NPK} > \text{KCl} > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{CaCl}_2$.

7. Чем выше концентрация почвенного раствора, тем больше транспирирует воды свекла за период вегетации. По количеству испаряемой влаги растениями по различным солям последние можно располагать в порядке возрастания так: $\text{CaCl}_2 > \text{NaCl} > \text{KCl}$.

8. Возрастающая доза солей, внесенных в почву для создания различных градаций осмотического давления, оказывает значительное влияние на накопление гидрофильных коллоидов. Действие различных катионов на образование коллоидов может быть расположено в такой последовательности: $\text{NaCl} > \text{KCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NPK} > \text{CaCl}_2$.

9. Содержание азота увеличивается в корне свеклы с повышением осмотического давления почвенного раствора, кроме растений с возрастающими дозами калия, где не наблюдается такой зависимости между азотом и осмотическим давлением.

10. Свекла поглощает различное количество калия в зависимости от величины осмотического давления солей, которыми оно создавалось. Содержание калия, поглощенного свеклой за период вегетации по разным солям, в основном идет в таком порядке убывания: $\text{KCl} > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NPK} > \text{CaCl}_2$.

11. Наряду с калием свекла поглощала также и натрий, причем больше всего его поступало при возрастающих дозах NaCl и Na_2SO_4 и значительно меньше в сосудах с повышенными дозами KCl .

12. С повышением осмотического давления почвенного раствора зольность свеклы возрастает, причем здесь сказалось влияние солей на увеличение золы, процент которой повышался по разным солям в таком порядке: $\text{KCl} > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NPK} > \text{CaCl}_2$.

13. С повышением концентрации солей увеличивается также и осмотическое давление клеточного сока, но не пропорционально внесенным солям, а на несколько меньшую величину.

14. Удельный вес сока не изменяется под влиянием возрастающего осмотического давления, но зато вязкость и поверхностное натяжение увеличиваются вследствие различного количества солей, поступающих в почву, и их дисперсионного или коагулирующего влияния.

15. Учитывая высокое осмотическое давление почвенного раствора и клеточного сока свеклы, а также содержание золы, следует подчеркнуть тот факт, что свекловичное растение является весьма солевыносливым, особенно после выгонки ботвы и до конца периода вегетации, тогда как в молодом возрасте на высокое содержание солей в почвенном растворе она реагирует болезненно, а потому в начале вегетации ей следует давать небольшие количества удобрений, а с возрастом по мере развития их усиливать, широко используя для этой цели частые «подкормки».