

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

О. Г. ГРАММАТИКАТИ

**ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ПЛАЗМЫ В КЛЕТКАХ ЛИСТЬЕВ  
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНОГО  
ПИТАНИЯ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 24 V 1943)

Закономерность возрастных изменений растительного организма, установленная Н. П. Кренке на морфологических признаках растений<sup>(3)</sup>, в настоящее время может быть подтверждена многочисленными фактами, добытыми в области физиологии и биохимии растений<sup>(1, 2, 4, 6, 7 и др.)</sup>.

Предпринятое акад. Н. А. Максимовым и Л. В. Можяевой<sup>(5)</sup> изучение возрастных изменений физико-химических свойств протоплазмы позволило установить, что и такие свойства клетки, как проницаемость ее для электролитов, изменяются по одновершинной кривой и обнаруживают цикличность в своих изменениях.

Этими исследованиями было показано также, что старение листа сопровождается повышением вязкости протоплазмы. Понижения вязкости протоплазмы в более старом возрасте листьев авторы не наблюдали, что дает им основание заключить о необратимости процесса повышения вязкости при старении растительных тканей.

Целью настоящего исследования было проследить за теми изменениями, которые возникают в коллоидно-химических свойствах протоплазмы при выращивании растений в различных условиях минерального питания, в одном случае вызывающих омоложение растений, в другом ускоряющих их старение. Для получения физиологически молодых растений мы применяли усиленное азотистое питание. Для ускорения процесса старения растения выращивались при повышенной дозе фосфора. Опыт проводился в течение 2 лет с сахарной свеклой в песчаных культурах по следующей схеме:

I вариант.  $1\frac{1}{2}$  NPK при посеве  $+ \frac{1}{2}$  N в течение вегетации в виде подкормки.

II вариант.  $1\frac{1}{2}$  PPK при посеве  $+ \frac{1}{2}$  P в течение вегетации.

III вариант. Контроль, NPK.

За основу была взята смесь солей, предложенная для сахарной свеклы Ф. Украдыгой и А. Олексюк<sup>(8)</sup>, несколько измененная в соответствии с требованиями опыта.

Растения сахарной свеклы выращивались при 60% влажности от полной влагоемкости почвы. Сорт свеклы — Тимирязевская местная.

Определение вязкости протоплазмы производилось нами в субэпидермальных клетках черешков сахарной свеклы методом центрифугирования. Образцы, взятые у растений различных вариантов, центри-

Таблица I

Изменения вязкости плазмы в субэпидермальных клетках черешков сахарной свеклы в зависимости от условий минерального питания

Дата определения	Возраст листа в днях			Число оборотов	Характер смещения хлоропластов через 5 минут		
	В а р и а н т				В а р и а н т		
	I	II	III		I	II	III
	Семядоли						
14 VII . . . . .	14	14	14	2500	1	1	1
	1-й ярус						
21 VII . . . . .	14	14	14	2500	1	1	—
	2-й ярус						
14 VIII . . . . .	33	35	33	2000	1, 3	3, 6	1, 2
	4-й ярус						
4 VIII . . . . .	17	19	17	2000	1	1	1
16 VIII . . . . .	29	31	29	2000	1, 3	5, 6	1, 3
30 VIII . . . . .	43	45	43	2000	1, 6	6	3, 4, 6
	6-й ярус						
18 VIII . . . . .	26	25	27	2000	1, 2	3, 6	1, 3
14 IX . . . . .	53	52	54	2000	1, 2	6, у некоторых растений листья отмирают	4, 6
	10-й ярус						
18 VIII . . . . .	16	15	17	2000	1	1, 3, 4	1
1 IX . . . . .	30	29	31	2000	1	3, 6	5, 6
14 IX . . . . .	43	42	44	2000	1	5, 6	—
	17-й ярус						
20 IX . . . . .	40	41	40	2000	1, 2	6	3, 6

Обозначения. 1 — полное, 2 — в большинстве клеток, 3 — в отдельных участках, 4 — в отдельных клетках, 5 — начало смещения, 6 — отсутствие смещения.

фигурировали всегда одновременно, при одном и том же числе оборотов, одно и то же время. Сравнимой величиной являлась степень смещения хлоропластов.

Нами отмечалось:

1) Полное смещение хлоропластов в том случае, когда хлоропласты всех клеток полностью отброшены в угол клетки.

2) Смещение в большинстве клеток — в поле зрения микроскопа попадают отдельные клетки, хлоропласты которых не смещены.

3) Смещение в отдельных участках, когда число клеток с несмещенными хлоропластами преобладает, но все же попадают группы клеток, в которых хлоропласты отброшены в угол клетки.

4) Смещение в отдельных клетках — большинство клеток равномерно окрашено и только в отдельных клетках можно наблюдать смещение хлоропластов.

5) Начало смещения, когда хлоропласты сдвинуты к середине клетки и ориентированы в одном направлении.

6) Отсутствие смещения.

В табл. 1 мы приводим данные, полученные в опыте 1945 г.

Если в начале опыта при центрифугировании семян и первой пары настоящих листьев мы не могли еще обнаружить разницы между вариантами и она только наметилась при определении вязкости в черешках 2-го яруса, то данные, относящиеся к 4-му ярусу, позволяют выявить ее уже вполне отчетливо.

Календарно молодые листья 4-го яруса имеют у растений всех трех вариантов низкую вязкость протоплазмы, как об этом можно заключить на основании полного смещения хлоропластов после 5-минутного центрифугирования при 2000 оборотах (в первой пробе 4 VIII).

Однако через 12 дней картина меняется. Усиленное фосфатное питание ускоряет созревание 4-го яруса у растений второго варианта, и в этом случае мы наблюдаем более значительное изменение в коллоидных свойствах протоплазмы. 5-минутное центрифугирование при 2000 оборотах в минуту уже не дает здесь полного смещения хлоропластов. В пробе, взятой 30 VIII, можно констатировать и у контрольных растений повышение вязкости протоплазмы, в то время как в условиях усиленного азотистого питания у некоторых растений листья 4-го яруса даже в возрасте 43 дней сохраняют низкую вязкость протоплазмы. Подобную же зависимость между вязкостью протоплазмы и условиями минерального питания можно наблюдать и на 6-м ярусе. Уже при первых определениях здесь обнаружилась разница между вариантами. И даже 14 IX, когда возраст листа превышал 50 дней и у растений второго варианта началось отмирание 6-го яруса, а у контрольных в этом ярусе наблюдалось значительное повышение вязкости, листья растений первого варианта оставались физиологически молодыми и не обнаруживали никаких признаков старения.

Такой значительный эффект действия азота можно объяснить тем, что в опыте применялось дробное внесение удобрений, обеспечивавшее равномерное поступление азота на протяжении всего опыта.

10-й ярус был подвергнут первому центрифугированию в возрасте 15—17 дней. Но и в таком молодом собственном возрасте листья растений второго варианта уже отличаются повышенной вязкостью плазмы. Мы видим здесь, наряду с полным смещением хлоропластов, смещение только в отдельных участках и даже в отдельных клетках. 1 IX наступает созревание 10-го яруса как у растений второго варианта, так и у контроля, но листья растений первого варианта и 14 IX имеют низкую вязкость протоплазмы. Просмотр данных, относящихся к 17-му ярусу, также подтверждает установленную выше разницу между вариантами.

Рассматривая элементы минерального питания как фактор, воздействующий на возрастное состояние растений, мы предполагали, создавая в опыте различные условия минерального питания, получить разновозрастные растения и обнаружить у физиологически более молодых признаки, характерные для календарной молодости растений.

Результаты опыта подтвердили наши предположения. С возрастом листа при его естественном старении происходит повышение вязкости протоплазмы. Эти характерные для стареющих растительных тканей

изменения в коллоидных свойствах протоплазмы могут быть либо задержаны, либо ускорены условиями произрастания растений. Усиленное фосфатное питание ускоряет процесс повышения вязкости плазмы с возрастом листа. Азотистое питание оказывает противоположное действие, омолаживая растения и задерживая появление симптомов старения.

Автор пользуется случаем выразить глубокую благодарность акад. Н. А. Максимову, под руководством которого проводилась эта работа.

Институт физиологии растений  
им. К. А. Тимирязева  
Академии Наук СССР

Поступило  
24 V 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> И. В. Гущин, ДАН, 51, № 4 (1946). <sup>2</sup> С. Я. Демяновский и Н. Г. Доман, Биохимия, 9, в. 6 (1944). <sup>3</sup> Н. П. Кренке, Теория циклического старения и омоложения растений и практическое ее применение, 1940. <sup>4</sup> А. Курсанов и К. Брюшкова, Биохимия, 5, № 2 (1940). <sup>5</sup> Н. А. Максимов и Л. В. Можаяева, ДАН, 42, № 5 (1944); 42, № 6 (1944). <sup>6</sup> Д. М. Новогрудский, ДАН, 51, № 2 (1946). <sup>7</sup> Н. М. Сисакян и Б. А. Рубин, Биохимия, 9, в. 6 (1944). <sup>8</sup> Ф. Украдыга и А. Олексиук, ДАН, 17, № 9 (1937).