

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

И. И. СИНЯГИН и Н. П. МОРОЗОВА

**ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У НЕЦВЕТУШНЫХ
И ЦВЕТУШНЫХ ДВУХЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 16 ІХ 1954)

В процессе стадийного развития под влиянием условий внешней среды происходят глубокие изменения в характере обмена веществ у растений. Эти изменения в известной степени могут быть выявлены путем сопоставления фотосинтеза, дыхания, транспирации и других процессов жизнедеятельности у двухлетних растений, завершивших и не завершивших стадии яровизации и световой, т. е. путем сопоставления цветущих и нецветущих растений одного и того же сорта.

В этих целях на участке Всесоюзного научно-исследовательского института свекловичного полеводства в Бутове Московской обл. нами был произведен посев неярковизированными и яровизированными (в течение 90 и 45 дней) семенами сахарной свеклы (сорта Р931 и ВНИИСП-42), столовой свеклы (Бордо), кормовой свеклы (Идеал Кирше), цикория (Гаврилов-Ямский), редьки (Белая зимняя) и брюквы (Красносельская). Изучение проводилось путем наблюдений и анализов нецветущих растений с участков, засеянных неярковизированными семенами, и цветущих растений с участков, засеянных яровизированными семенами.

Изучение фотосинтеза и дыхания у растущих растений осуществлено методом Л. С. Любарской и Б. Н. Макарова (1) 20—21 VII 1953 г.; результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Фотосинтез и дыхание нецветущих и цветущих растений
(в мг CO_2 в 1 час)

Культура и сорт	Цветущность	Площадь листов. пластинок в дм ²	На все растение			На 1 дм ² листов. пластинок		
			истин. фото синтез	продуктив. синтез	дыхание	истин. фото- синтез	продуктив. синтез	дыхание
Сахарная свекла Р931	Нецвет.	95,82	315,3	151,4	163,9	3,29	1,58	1,71
	Цвет.	23,73	141,9	90,4	51,5	5,98	3,71	2,17
Редька Белая зим- няя	Нецвет.	83,44	310,4	272,0	38,4	3,72	3,26	0,46
	Цвет.	63,12	329,5	210,8	118,7	5,22	3,34	1,88
Цикорий Гаври- лов-Ямский	Нецвет.	32,55	126,6	78,4	48,2	3,89	2,41	1,48
	Цвет.	28,44	190,3	106,4	83,9	6,69	3,74	2,95

Результаты наблюдений показывают, что у сахарной свеклы нецветущие экземпляры при расчете на целое растение обладают значительно большим истинным и продуктивным фотосинтезом и большей величиной дыхания, чем цветущие. У цветущих растений редьки и цикория отме-

чена большая величина истинного фотосинтеза и дыхания, чем у нецветущих. У цикория цветущие растения превосходили нецветущие и по величине продуктивного фотосинтеза. При пересчете результатов наблюдений на 1 дм² листовых пластинок для всех изученных растений обнаружилась совершенно одинаковая картина: листья цветущих растений обладают большей продуктивностью фотосинтеза (у сахарной свеклы на 141%, у цикория на 55% и у редьки на 3%) и значительно интенсивнее дышат (у сахарной свеклы на 28%, у редьки на 309% и у цикория на 99%), чем листья нецветущих растений.

Таблица 2

Интенсивность дыхания нецветущих и цветущих растений

Культура и сорт	Выделение CO ₂ в мг/час на 1 г сыр. веш. листов. пластинок	
	нецвет.	цвет.
Сахарная свекла Р931	0,46	0,66
Столовая свекла Бордо	0,52	0,76
Кормовая свекла Идеал Кирие	0,51	0,68
Редька Белая зимняя	0,66	0,68
Цикорий Гаврилов-Ямский	1,06	1,54
Брюква Красносельская	0,83	1,01

Увеличенная интенсивность дыхания цветущих растений по сравнению с нецветущими была также подтверждена определениями по методу Бойсен — Иенсена (см. табл. 2).

Таблица 3

Транспирация нецветущих и цветущих растений

Культура и сорт	Транспирация в мг/мин воды на 1 см ² листов. пластинок	
	нецвет.	цвет.
Сахарная свекла ВНИИСП-42	0,21	0,34
Редька Белая зимняя	0,55	0,90
Цикорий Гаврилов-Ямский	0,08	0,31

Изучение транспирации проведено методом быстрого взвешивания в том виде, как он предложен Л. А. Ивановым, А. А. Силиной и Ю. Л. Цельникер (2). Полученные результаты представлены в табл. 3. Результаты наблюдений показывают существенное увеличение транспирации у цветущих растений.

В образцах корней и надземной части нецветущих и цветущих растений, взятых в первой половине сентября, было определено содержание общего и небелкового азота (см. табл. 4).

Результаты анализов показывают, что при расчете на сухое вещество корни цветущих растений содержат несколько меньше общего азота, чем корни нецветущих. Это обусловлено в первую очередь увеличенным содержанием клетчатки в корнях цветущих растений, что снижает удельный вес азотистых веществ. При пересчете на сухое вещество без клетчатки содержание общего азота в корнях цветущих растений, как правило, выше, чем в корнях нецветущих растений. Например, при таком пересчете общее содержание азота в корнях сахарной свеклы составляет у цветущих растений 1,31%, у нецветущих 1,19%.

В надземной части цветущих растений общее содержание азота в одних случаях выше, в других ниже, чем в надземной части нецветущих растений. При пересчете на сухое вещество без клетчатки у цветущих растений содержание азота и в надземной части оказывается выше, чем у нецветущих. Так, для сахарной свеклы соответствующие показатели 4,30 и 4,24%, для редиса Дунганского 5,11 и 4,73%.

Характерной особенностью цветущих растений является существенное увеличенное содержание небелкового азота. Приведенные выше результаты наблюдений и анализы указывают на существенные различия

в важнейших процессах жизнедеятельности у растений завершивших стадии яровизации и световую (цветущие растения), и у растений, не завершивших эти стадии развития (нецветущие растения). Возникает вопрос о ближайших причинах повышенной интенсивности процессов обмена веществ у стадийно более взрослых растений.

А. И. Опарин и В. А. Зенченко ⁽³⁾ указывают, что каждая отдельная стадия развития определяется качественными сдвигами в обмене веществ,

Таблица 4

Культура и сорт	Цветущность	Корни			Надземная масса		
		азот в % к сух. вещ.		азот в % к общ.	азот в % к сух. вещ.		азот в % к общ.
		общ.	небелков.		общ.	небелков.	
Сахарная свекла Р931	Нецвет.	1,16	0,50	43,1	3,63	0,36	17,3
	Цвет.	1,06	0,50	47,1	4,03	1,26	31,2
Столовая свекла Бордо	Нецвет.	1,90	0,52	27,3	3,36	0,28	8,3
	Цвет.	1,46	0,70	47,9	2,91	0,52	17,8
Цикорий Гаврилов-Ямский	Нецвет.	1,86	0,50	26,8	3,72	0,39	10,5
	Цвет.	1,68	0,76	45,2	2,42	1,76	72,7
Редис Дунганский	Нецвет.	3,02	0,63	20,8	4,00	1,26	31,5
	Цвет.	1,85	1,01	54,8	4,25	1,40	32,9

зависящими в конечном счете от известного соотношения ферментов в живой клетке. По мнению А. И. Опарина, особенный интерес при исследовании процессов, происходящих в связи со стадийным развитием растений, представляет изучение действия ферментов.

В литературе имеется довольно много данных, указывающих на повышение активности ферментов под влиянием яровизации (⁽⁴⁻⁷⁾ и др.). Исследования В. Нилова и О. Павленко ⁽⁸⁾, Сисакяна ⁽⁹⁾ и ряд других свидетельствуют о глубокой перестройке ферментативных систем растения в процессе стадийного развития.

Поскольку преобладающая часть материалов, имеющих в литературе, относится к изучению ферментативной деятельности в связи со стадийным развитием однолетних, главным образом злаковых растений, а по двухлетним растениям соответствующие данные почти совершенно отсутствуют, мы сочли необходимым сопоставить активность некоторых важнейших ферментов в листьях нецветущих и цветущих двухлетников. Определение активности ферментов было выполнено нами при помощи следующих методов: каталазы — по методу Баха и Опарина, пероксидазы — по методу Баха и Збарского, инвертазы — в автолитической смеси по методу, описанному А. И. Ермаковым, В. В. Арасимович и др. ⁽¹⁰⁾, протеолитических ферментов — формальдегидным методом, описанным Н. Н. Ивановым ⁽¹¹⁾. Полученные данные об активности ферментов представлены в табл. 5.

Результаты анализов позволяют сделать вывод о повышении активности всех исследованных ферментов у цветущих растений, что находится в прямой связи с отмеченным выше более интенсивным протеканием у них основных процессов жизнедеятельности. Так, повышенная активность каталазы и особенно пероксидазы имеет следствием увеличенную интенсивность дыхания цветущих растений. Относительно высокая активность инвертазы в сторону гидролиза находится в связи с меньшим накоплением дисахаров в корнях цветущих растений по сравнению с не-

цветушными. Наконец, повышенная активность протеолитических ферментов обуславливает относительно высокое содержание небелковых азотистых соединений в цветущих растениях.

Можно высказать предположение, что активирование ферментных систем и, возможно, изменение направления действия некоторых из них в клетках точек роста являются одним из наиболее существенных процессов, характеризующих прохождение растениями той или иной стадии развития. Исходя из этого, следует допустить, что требования, предъявляемые данной формой растений к условиям внешней среды для завершения определенной стадии развития, являются как раз теми условиями, которые необходимы для накопления в клетках точек роста соответствующих ферментов или для повышения их активности, передаваемой всем остальным клеткам, возникающим в процессе дальнейшего роста. Подобным же образом можно предполагать, что длительность той или иной стадии развития соответствует времени, необходимому для перестройки ферментных систем в клетках точек роста.

Таблица 5

Культура и сорт	Цветушность	Каталаза	Пероксидаза	Инвертаза	Протеолит. ферменты
		в мл 0,1 н раствора KMnO_4	в мл 0,1 н раствора KMnO_4	в мг глюкозы	в мг азота
на 1 г сырого вещества листьев					
Сахарная свекла Р931	Нецвет.	21,1	55,6	4,15	28,1
	Цвет.	22,8	64,2	7,45	33,3
Сахарная свекла ВНИИСП-42	Нецвет.	16,1	не опр.	3,50	17,8
	Цвет.	16,6	" "	4,00	25,7
Столовая свекла Бордо	Нецвет.	13,3	30,3	1,59	28,4
	Цвет.	15,7	35,9	1,92	29,8
Кормовая свекла Идеал Кирше	Нецвет.	24,0	31,0	3,27	21,0
	Цвет.	24,1	52,7	4,15	34,5
Редька Белая зимняя	Нецвет.	18,1	44,8	3,75	27,8
	Цвет.	18,3	49,2	4,25	30,6
Цикорий Гаврилов-Ямский	Нецвет.	20,0	27,0	0,91	36,8
	Цвет.	21,2	31,9	1,27	44,4
Брюква Красносельская	Нецвет.	19,0	не опр.	не опр.	не опр.
	Цвет.	20,2			

Мы далеки от предположения, что изменения в активности и направленности действия ферментов исчерпывают сущность стадийных изменений; дело обстоит, вероятно, значительно сложнее. Однако биохимическое, т. е. в основном ферментативное, изучение этих изменений заслуживает серьезного внимания как один из путей к углублению современных представлений по вопросам стадийного развития растений, в том числе и двухлетних.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
свекловичного полеводства

Поступило
29 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. С. Любарская, Б. Н. Макаров, ДАН, 71, № 1 (1950).
- ² Л. А. Иванов, А. А. Силина, Ю. Л. Цельникер, Бот. журн., 35, № 2 (1950).
- ³ А. И. Опарин, В. А. Зенченко, Проблемы биохимии в мицуринской биологии, Изд. АН СССР, 1949.
- ⁴ П. Демковский, Бюлл. яровизации, 1 (1932).
- ⁵ П. Демковский, там же, 2—3 (1932).
- ⁶ Е. А. Рихтер, В. Раннан, И. Пеккер, ДАН, 1, № 2 (1933).
- ⁷ И. Филиппенко, ДАН, 3 (12), № 4 (1936).
- ⁸ В. Нилов, О. Павленко, Биохимия, 2 (1940).
- ⁹ Н. М. Сисакян, Биохимия, 2 (1937).
- ¹⁰ А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова, И. К. Мурри, Методы биохимического исследования растений, 1952.
- ¹¹ Н. Н. Иванов, Методы физиологии и биохимии растений, 1946.