

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. О. ГРЕБИНСКИЙ

ОСОБЕННОСТИ СОЗРЕВАНИЯ В ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ ПЛОДА

(Представлено академиком А. А. Рихтером 13 XII 1939)

Ряд авторов обратил внимание на значительные различия химического состава в отдельных частях плода.

Lall⁽⁶⁾ нашел, что половинки одного и того же яблока отличались различным содержанием сахара. Haynes и Archbold⁽¹¹⁾ показали, что концентрация сахара в яблоке увеличивается от основания плода к верхушке и от кожицы к сердцевине. Кожура плодов обычно богаче витамином С⁽⁴⁾, а сок из наружных частей содержит больше растворимых веществ, чем сок внутренних слоев⁽⁹⁾. Повышенная активность каталазы характерна для кожуры и сердцевины яблока. Подобные исследования проведены также с цитрусовыми плодами. В этом случае установлены аналогичные изменения и некоторые особенности обмена веществ в кожуре плодов. В связи с этим сделаны попытки связать эти различия с особенностями заболеваний цитрусовых плодов^(8, 10, 12, 13). Различия химического состава в отдельных частях мякоти слив описаны Donnen⁽²⁾.

Эти данные позволяют по-новому подойти к изучению созревания плодов с учетом особенностей обмена веществ в отдельных тканях.

Работа была проделана с созревающими плодами яблок Ранет Бурхарда (местное название «лимонка») и с плодами яблок Апорт, собранными в 1939 г. в Ботаническом саду Казахского университета в Алма-Ата. Пробы для химического анализа и других определений получались из трех участков того же самого плода: а) кожица и примыкающий к ней слой мякоти, включая легко заметные проводящие ткани; б) слой мякоти, заключенный между проводящими тканями вблизи кожицы и сердцевины, и в) мякоть, заполняющая сердцевину с примыкающими проводящими тканями. Эти три слоя дальше условно обозначаются, как «кожица», «мякоть» и «сердцевина». Сахара определялись после осаждения белков уксуснокислым свинцом по методу Бертрана в модификации для микроопределений Ильина, активность каталазы — газометрическим методом в вытяжке, полученной после растирания 2—3 г ткани с мелом. Интенсивность дыхания измерялась по учету выделенной углекислоты при помощи поглотителей Boussen-Jensen⁽¹⁾.

Проведенное исследование обнаружило существенные отличия в динамике сахаров в отдельных участках созревающего плода. По мере созревания происходит перемещение максимума в содержании сахаров от среднего слоя мякоти к тканям возле кожуры. Меньше всего сахара на всех фазах созревания содержится в мякоти, заполняющей сердцевину плода.

При созревании плода разница между отдельными участками сглаживается и происходит выравнивание сахаристости различных тканей. Описанные закономерности более рельефно выражены у яблок «Апорт», отличающихся крупными размерами и весом (до 400 г).

Таблица 1

Динамика сахаров в отдельных тканях созревающего яблока (% на свежий вес)

Дата сбора и анализа	Моносахара			Сахароза			Сумма сахаров		
	Кожица	Мякоть	Сердцевина	Кожица	Мякоть	Сердцевина	Кожица	Мякоть	Сердцевина
Ранет Бурхарда									
19 VI	3,60	4,40	3,10	0,91	1,34	0,74	4,51	5,74	3,84
4 VII	4,20	5,46	2,34	1,26	0,72	1,36	5,46	6,18	3,70
19 VII	6,13	7,08	6,08	3,27	2,93	2,90	9,40	10,01	8,98
3 IX	8,05	7,70	7,07	3,45	2,90	2,71	11,50	10,60	9,78
16 IX	8,07	7,70	7,60	3,26	2,71	2,40	11,33	10,41	10,00
Апорт									
2 VI	2,56	3,80	2,40	0,02	0,15	0	2,58	3,95	2,40
7 VI	3,80	4,71	3,52	0,01	0,22	0,03	3,81	4,93	3,55
9 IX	9,14	8,97	7,74	1,91	1,04	0,71	11,05	10,01	8,45

Различия в общем содержании сахаров показывают, что наиболее интенсивный обмен веществ в период роста плода происходит в сердцевине. Другим участком с повышенным обменом веществ являются ткани, примыкающие к кожуре, где в этот период происходит усиленное новообразование клеток. Притекающие в плод сахара потребляются также и в мякоти, но здесь этот процесс происходит менее интенсивно. Показателем повышенного обмена веществ в тканях сердцевины и кожуры служит также слабое накопление здесь сахарозы в период роста плода.

Созревание плода наступает после окончания роста. Поступающие в плод сахара, равно как и образующиеся при гидролизе полисахаридов, теперь в связи с ослаблением интенсивности обмена веществ начинают откладываться во всех тканях и больше всего в слое возле кожицы.

Эти выводы находят опору в проведенном исследовании дыхания и активности каталазы в тех же яблоках. Интенсивность дыхания в этих опытах измерялась таким образом, что у одного плода сравнивалась активность мякоти и кожицы, а у другого — мякоть и сердцевина. Определения в сравниваемых тканях проводились одновременно. Обращает внимание высокая энергия дыхания всех исследованных образцов. Мы объясняем это высокой температурой летних опытов и влиянием разрезания плодов, так как при этом углекислота легче освобождается из тканей, а, быть может, играет роль и влияние поранения⁽⁵⁾.

Интенсивность дыхания в сердцевине выше, чем в мякоти плода. У зрелых плодов эта разница уменьшается, и происходит общее ослабление дыхания. Однако на всех фазах созревания ткани сердцевины, а затем мякоти дышат интенсивнее, чем ткани возле кожуры. Таким образом интенсивность дыхания уменьшается от сердцевины плода к кожуре. Повышенная активность каталазы на всех фазах созревания плода наблюдается в сердцевине и кожуре. Это полностью совпадает с данной выше на основании углеводного обмена характеристикой этих тканей, как обладающих наиболее интенсивным обменом веществ, и с литературными данными о рас-

Таблица 2

Интенсивность дыхания и активность каталазы в созревающих плодах Ранет Бурхарда

Дата	Дыхание *					Дата	Каталаза **		
	Ко- жица	Мя- коть	Мя- коть	Сердце- вина	Тем- пера- тура		Ко- жица	Мя- коть	Сердце- вина
16 VII . . .	214,0	249,8	182,4	267,0	35°	4 VII . .	14	9,6	25,2
17 VII . . .	165,0	207,7	127,5	158,4	32°	8 VII . .	16	10,4	12,8
9 IX . . .	67,4	93,0	88,0	99,0	19°	9 IX . .	3,6	2,5	4,0

пределении активности каталазы в тканях яблока (см. выше). Следовало ожидать, что в кожуре будет происходить более интенсивное дыхание, чем в мякоти, однако этого не наблюдается. Наблюдавшееся до этого совпадение в изменениях активности дыхания и каталазы здесь нарушается. Отметим также, что не наблюдается прямой связи между интенсивностью дыхания и распределением витамина С в плоде. Эти данные, таким образом, указывают на очень сложную зависимость между интенсивностью дыхания и содержанием в тканях таких катализаторов окислительно-восстановительных процессов, как каталаза и аскорбиновая кислота. Противоречивый характер связи между дыханием и активностью каталазы и оксидазы отмечен недавно Ezell и Gerhardt (3), в работе которых приведен подробный литературный обзор фактов и гипотез по этому вопросу.

Различия в активности дыхания, каталазы и витамина С в кожуре и сердцевине плода, несмотря на близкую интенсивность потребления сахаров, указывают на существенные отличия в характере обмена веществ в этих тканях. Природа этих отличий требует дальнейших исследований. Распределение витамина С в тканях зрелого яблока стоит в некоторой связи с кислотностью тканей. При этом обнаруживается, что в тканях сердцевины содержание витамина С снова повышается, и таким образом распределение витамина С совпадает с активностью каталазы. По нашим наблюдениям кислотность в тканях яблока Апорт (9 X) составляла: в кожуре 0,85%, в мякоти 0,64% и в сердцевине 0,61% (в яблочной кислоте), а содержание витамина С соответственно (в мг %): 8,2; 4,1; 6,3 [по методу Glick (7)].

Автор приносит благодарность студентам К. А. Балашеву, В. В. Могиленцеву, Н. Ф. Сидоренко и Н. Колосову за помощь при проведении этого исследования с незрелыми плодами.

Лаборатория физиологии растений
Казахского государственного университета
им. С. М. Кирова
Алма-Ата

Поступило
13 XII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ P. Boyssen-Jensen, *Planta*, **6**, 456—472 (1928). ² J. Donnen, *Trans. Roy. Soc. S. Africa*, **26**, 89—92 (1938). ³ В. D. Ezell а. F. Gerhardt, *Journ. Agr. Res.*, **56**, 365—386 (1938). ⁴ В. Д. Колесник, *Биохимия*, **3**, 673—683 (1938). ⁵ С. П. Костычев, *Физиология растений*, **1** (1937). ⁶ G. Lall, *Ann. Botany*, **48**, 273—292 (1934). ⁷ D. Glick, *ZS. physiol. Chem.*, **245**, 211 (1937). ⁸ A. R. C. Haas а. L. I. Klotz, *Hilgardia*, **9**, 181—217 (1935). ⁹ P. L. Harding, *Journ. Agr. Res.*, **53**, 43—48 (1938). ¹⁰ E. M. Harvey а. C. L. Rygg, *Journ. Agr. Res.*, **52**, 746 (1936); *Plant Physiol.*, **13**, 571—586 (1938). ¹¹ D. Haynes а. H. K. Archbold, *Dept. Sci. and Ind. Res., Food Invest. Bd. Rept.*, **1933**, 225—228 (1934). ¹² S. K. Mitra, *Univ. Calif. Journ. Agr.*, **2**, 245—247 (1915). ¹³ E. R. Ranker, *Journ. Assoc. Agr. Chem.*, **10**, 230—251 (1937).

* В мг CO₂ на 100 г свежей ткани в 1 час.

** В мл O₂ на 1 г свежей ткани.