

К. Д. СТОЕВ

**ДИНАМИКА УГЛЕВОДОВ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ
В СВЯЗИ С НАПРАВЛЕННОСТЬЮ ОБРАЗОВАНИЯ
И РАСПАДА ДИ- И ПОЛИСАХАРИДОВ**

(Представлено академиком А. И. Опариным 28 VI 1948)

В настоящее время можно считать бесспорно установленным, что все важнейшие превращения веществ при прохождении жизненного цикла растений носят ферментативный характер⁽¹⁾. Согласно представлениям, развиваемым А. И. Опариным⁽²⁻⁵⁾, в основе ферментативных процессов лежит явление избирательной адсорбции, которое обуславливает пространственное разделение отдельных ферментативных реакций в клетке. Скорость и направленность ферментативных процессов в первую очередь тесно связаны с адсорбционными свойствами протоплазмы. Всякое изменение адсорбционной способности протоплазмы, вызываемое искусственным путем или наступающее в растительных клетках спонтанно, по А. И. Опарину и Н. М. Сисакяну⁽⁶⁾, всегда влечет, за собой соответствующие изменения в направленности действия ферментов. Этим обуславливаются изменения химического состава и физиологических свойств растений, характеризующие обмен веществ.

Поскольку «в течение своего жизненного цикла развития растение проходит ряд качественно различных этапов, стадий, сводящихся к глубоким внутренним изменениям организма, в конечном итоге — к существенным коренным сдвигам в обмене веществ»⁽⁷⁾, можно считать, что между изменениями, которым подвергаются различные вещества растительного организма, выражающими их обмен и активность и направленность действия ферментов, существует непосредственная, тесная связь.

Обмен углеводов в растении изучался многими исследователями. Среди отдельных специальных работ, посвященных этому вопросу, известны исследования, при которых изучение обмена углеводов проводилось с одновременным изучением активности и направленности ферментов группы карбогидраз. Другие авторы, наоборот, изучали превращение углеводов без учета участия ферментов. Обобщая цель и результаты этих исследований, можно сказать, что они в большинстве случаев относились к более или менее коротким периодам жизни растений и выясняли характер обмена веществ определенного периода, а также и факторы, лежащие в его основе. Между тем, трудно указать на прямые исследования динамики веществ, охватывающие цикл развития растения при параллельном изучении динамики фермента или группы ферментов, с активностью и направленностью которых связывались бы эти изменения, за исключением работ Н. М. Сисакяна^(8,9).

Нами изучались динамика и обмен углеводов виноградного куста на протяжении года в различных органах параллельно с определением активности и направленности действия инвертазы и амилазы. Динамика

содержания углеводов и изменение активности инвертазы и амилазы изучались в однолетних побегах, многолетних ветвях и корнях виноградной лозы. Активность ферментов определялась методом, разработанным нами ⁽¹⁰⁾ на основе метода А. Л. Курсанова ⁽¹¹⁾ и метода Б. А. Рубина ⁽¹²⁾ применительно к зеленым, одревесневшим стеблевым частям, а также и к корням виноградной лозы. В настоящем сообщении излагаются результаты, полученные относительно однолетних побегов и многолетних ветвей.

На рис. 1 и 2 сопоставлены изменения содержания редуцирующих сахаров и направленности действия инвертазы, а на рис. 3 и 4 — изменения содержания крахмала и направленности действия амилазы.

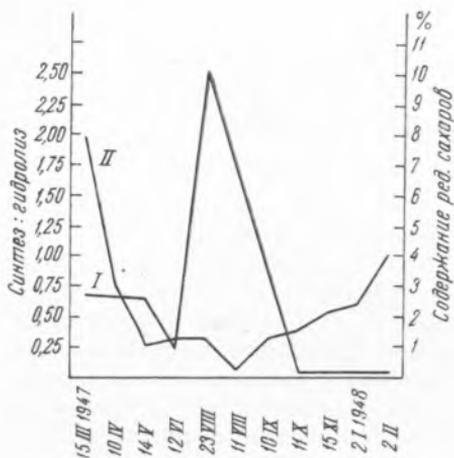


Рис. 1. Однолетние побеги: I — динамика активности инвертазы; II — динамика содержания редуцирующих сахаров

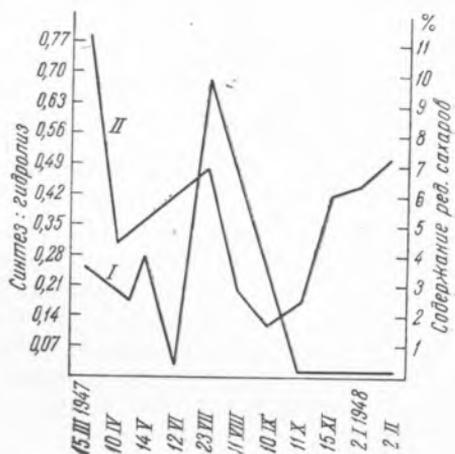


Рис. 2. Многолетние ветви: I — динамика активности инвертазы; II — динамика содержания редуцирующих сахаров

Кривые, выражающие активность и направленность действия инвертазы (рис. 1 и 2), показывают, что в предвегетационный период виноградной лозы в однолетних побегах и многолетних ветвях преобладает распад над синтезом. В это время растение находится в периоде усиленной подготовки к развитию, связанному с повышенными потребностями в простых сахарах, обеспечение которыми, с биологической точки зрения, осуществляется при усилении гидролиза. Дальше, во время начальных фаз развития, примерно до цветения лозы, наблюдается еще большее усиление гидролитических процессов, а синтетические сводятся к минимуму. Параллельно с этим редуцирующие сахара в однолетних побегах, после их первоначального уменьшения вследствие больших затрат во время развития почек и молодых побегов и листьев, начинают увеличиваться. Нарастание содержания сахаров продолжается примерно до конца июля, после чего снова наступает уменьшение. Минимум редуцирующих сахаров обнаруживается в сентябре. В многолетних же ветвях редуцирующие сахара, начиная с марта, непрерывно уменьшаются, и минимум отмечается в августе. После цветения начинается постепенное усиление синтетической реакции, и в конце июля последняя достигает максимума. В это время отношение $\frac{\text{синтез}}{\text{гидролиз}}$ для однолетних побегов равно 0,67, а для многолетних ветвей 2,50. Позже наблюдается снова ослабление синтетических процессов, и после первой половины октября и в однолетних побегах и в многолетних ветвях уже происходит только гидролиз. В результате этого редуцирующие сахара опять начинают увеличиваться и в середине зимы снова достигают значительных количеств.

Между кривыми, выражающими динамику содержания редуцирующих сахаров и динамику активности действия фермента, обнаруживается обратная зависимость. При усилении гидролиза увеличиваются сахара и, наоборот, уменьшаются при смещении ферментативных процессов в сторону синтеза. Максимум активности инвертазы не совпадает с минимумом содержания редуцирующих сахаров — последний сдвинут на более поздние сроки.

При рассмотрении кривых, выражающих динамику содержания крахмала и динамику активности амилазы (рис. 3 и 4) тоже обнаруживается тесная связь между ними. Так, до и во время сокодвижения (март — апрель) амилаза в однолетних побегах и многолетних ветвях

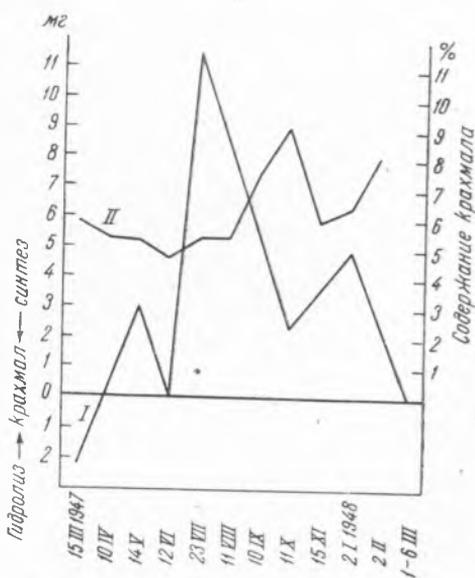


Рис. 3. Однолетние побеги: I — динамика активности амилазы; II — динамика содержания крахмала

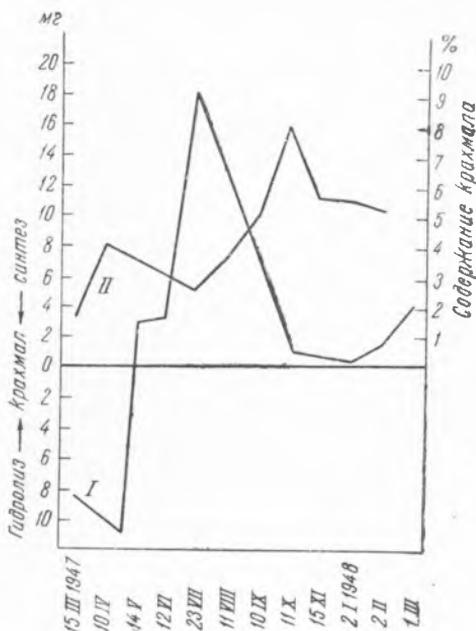


Рис. 4. Многолетние ветви: I — динамика активности амилазы; II — динамика содержания крахмала

проявляет гидролитическую активность. После развития почек и листовой массы уже наступает смещение в сторону синтеза, хотя синтетические процессы слабо выражены. В это же время происходит уменьшение содержания крахмала, причем в однолетних побегах оно продолжается до конца июля, вследствие интенсивного роста и большого потребления пластических веществ. В многолетних ветвях, где рост незаключительный, уже в середине июня уменьшение крахмала приостанавливается. После цветения (июнь) происходит усиление синтетических процессов. Максимум в образовании продуктов синтеза и в однолетних побегах и в многолетних ветвях наблюдается в конце июля. В то же время синтез крахмала в однолетних побегах достигает такой большой величины, как 18 мг на 1 г навески, а в многолетних ветвях, соответственно, 11,6 мг. Дальше наступает снижение синтеза крахмала, и в октябре синтетическая активность выражается довольно низкими величинами, причем синтез в многолетних ветвях превалирует над синтезом в однолетних побегах. Это соответствует нашим представлениям о происходящем осенью «перемещении крахмала с надземных частей в более старые ветви и, наконец, в корни, где он концентрируется после созревания урожая» (13). Для осуществления этого, несомненно, требуется усиление синтетических ферментативных процессов по направлению оттока.

В июне — октябре происходит накопление крахмала, причем более интенсивно в конце лета и начале осени. Максимальное содержание крахмала и в однолетних побегах и в многолетних ветвях достигается в октябре. После этого крахмал начинает снова уменьшаться в результате гидролиза, который происходит в конце октября и начале ноября. Однако, вследствие длинного интервала между двумя последовательными определениями направленности амилазы (11 X и 30 XII), не было обнаружено гидролитического распада. Повидимому, в это время протекали гидролитические процессы, после чего опять наступило смещение в сторону синтеза.

На особенном характере кривых осенью и в начале зимы, повидимому, сказалась температура, которая в это время была значительно выше нуля и благоприятствовала затяжке гидролиза. В многолетних ветвях, как видно, даже наступила вторая волна синтеза крахмала. Однако не исключено, что причины этого явления имеют ритмический характер. Общий характер кривых вполне сходен и указывает на полную согласованность между ними. Гидролитическая активность амилазы сопровождается уменьшением содержания крахмала и, наоборот, усиление синтетической активности фермента влечет за собой его накопление. Кривые как будто представляют зеркальное отражение одна другой. Максимум активности фермента (амилаза) и здесь не совпадает с максимумом содержания углевода, в данном случае крахмала. Это несовпадение представляет собой вполне естественное явление с биохимической точки зрения. По А. И. Опарину (7), сдвиги в направленности действия ферментов предшествуют изменениям в химическом составе. Глубокая и непосредственная связь, обнаруженная между направленностью действия ферментов, с одной стороны, и содержанием редуцирующих сахаров и крахмала, с другой, представляет закономерное явление при прохождении жизненного цикла виноградной лозы.

Изучение динамики веществ и направленности действия ферментов по мере прохождения жизненного цикла растений поможет более полному и правильному пониманию обмена веществ.

Краснодарский институт
пищевой промышленности

Поступило
29 VI 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. П. Костычев. Физиология растений, 1, 47, 1937. ² A. Oparin, Erg. Enzymf., 3, 57 (1934). ³ A. Oparin, Enzymologia, 4, 13 (1937). ⁴ А. Опарин, Изв. АН СССР, сер. биол., в. 6, 1733 (1937). ⁵ А. Опарин, Биохимия, 2, 135 (1937). ⁶ А. И. Опарин и Н. М. Сисакян. Усп. совр. биол., 24, в. 5 (1947). ⁷ А. Опарин, Юбил. сб., посвящ. 30-летию Окт. рев., изд. АН СССР, 2, 1947. ⁸ Н. М. Сисакян и Н. М. Нуждин, Биохимия, 9, 104 (1944). ⁹ Н. М. Сисакян и Н. М. Нуждин, Биохимия, 9, 141 (1944). ¹⁰ К. Стоев, Годишник на Соф. ун-т, агр.-лес. фак., 25, 497 (1947). ¹¹ А. Курсанов, Биохимия, 1, 269 (1936). ¹² Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская и О. Т. Лутикова, ДАН, 31, 1915 (1941). ¹³ А. С. Мержаниан. Виноградарство, 1939.