

А. С. МЕРЖАНИАН и К. Д. СТОЕВ

О КООРДИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ИНВЕРТАЗЫ И АМИЛАЗЫ В ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЕ

(Представлено академиком А. И. Опариным 26 III 1948)

Установлено, что в клетках растений существует избирательное регулирование действия ферментов ⁽¹⁾ (избирательная адсорбция), которое определяется пространственным разобщением отдельных ферментативных процессов ⁽²⁾. Индивидуальное регулирование этих процессов характеризует нормальный обмен веществ ⁽³⁾.

Поскольку „биохимические превращения веществ представляют собой превосходно координированные комбинации нескольких сопряженных реакций“ ⁽⁴⁾, определяющих, как известно, целесообразную последовательность и специфичность ферментативных функций организма в разных местах его (топофизис) и во времени (циклофизис), то надо полагать, что действия отдельных ферментов должны быть координированы как в пространстве и во времени, так и между собой.

Целесообразная сопряженность ферментативных функций является адаптивным признаком эволюционной приспособительной деятельности растения.

По пространственной координации направленного действия ферментов не имеется данных прямых исследований, если не считать установленного метамерного изменения действия инвертазы в листьях ⁽⁵⁾, поскольку направление деятельности ферментов определялось обычно только в листьях. Однако косвенные данные были получены ^(6,7) при определении сезонного ритма действия инвертазы в листьях свеклы в вегетационный период. Оказалось, что в период интенсив-

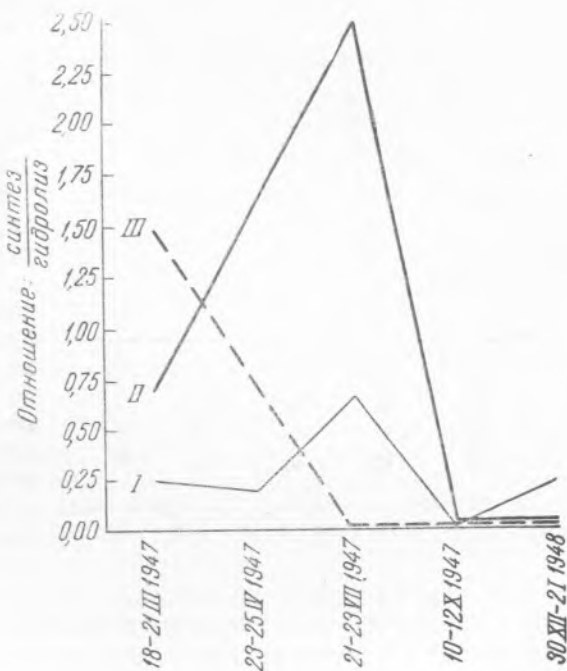


Рис. 1. Активность инвертазы: I — однолетние побеги, II — многолетние ветви, III — корни

ного сахаронакопления в листьях свеклы увеличивалось гидролитическое действие инвертазы. Считая, что сахаронакопление в корнях свеклы должно быть связано с повышением синтетической деятельности фермента, можно видеть целесообразную обратную сопряженность в действии этого фермента в листьях и корнях свеклы.

Имеются данные о смещении направленности действия фермента в определенные периоды жизни растения. Так, при старении ткани листа яблони наблюдается все большее и большее преобладание гидролитических процессов (8,9). Многими исследованиями установлено

существование суточного и сезонного ритмов в направленности действия инвертазы в листе.

Суточные ритмы в действии ферментов (возрастание синтетической деятельности в полуденные часы, а гидролитической — в часы интенсивного оттока ассимилятов) согласуются с важной физиологической функцией растений — ассимиляцией углерода (9-13).

Установлено существование сезонных ритмов в деятельности ферментов. Так, деятельность инвертазы в фазу цветения растений смещается в сторону гидролиза (14). В листьях свеклы наблюдается закономерная связь между сезонной периодичностью в действии инвертазы и формообразовательными реакциями, сахаронакоплением и продуктивностью (6,7,15).

Пользуясь методом А. Л. Курсанова (16) по определению направленности действия ферментов *in vivo* и методом Б. А. Рубина (17) по определению активности амилазы, разработанным одним из авторов (18) применительно к зеленым и одревесневшим стеблевым частям, а также и корням виноградной лозы, мы

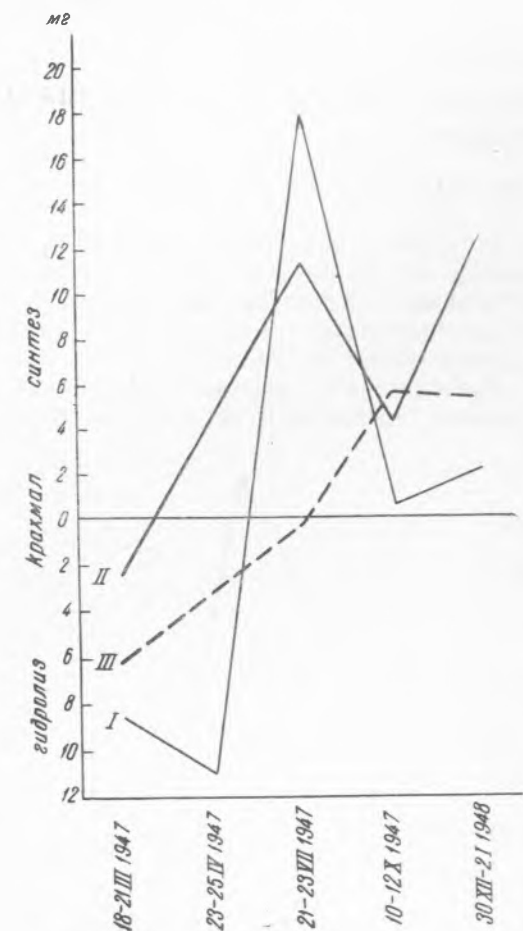


Рис. 2. Активность амилазы; I — однолетние побеги, II — многолетние ветви, III — корни

провели исследования по вопросу о пространственной (топофизической) и сезонной координации деятельности инвертазы и амилазы и о характере сопряженности их действия.

Работа велась в течение периода март 1947 г. — январь 1948 г. Определения направленного действия инвертазы и амилазы производились в 5 сроков: 1) 18—21 марта, 2) 23—25 апреля, 3) 21—23 июля, 4) 10—12 октября, 5) 30 декабря 1947 г. — 2 января 1948 г.

Объектом служил сорт Каберне-Совиньон на винограднике учебного хозяйства Института пищевой промышленности в Краснодаре. Экспозиция материала — 2 часа при температуре 30° С.

Результаты изучения координации действия инвертазы и амилазы в разных органах виноградного куста и в разные фазы его жизнедеятельности

тельности приведены в табл. 1. Данные по координации направленности действия инвертазы и амилазы в одно и то же время и в одном и том же месте растения представлены на рис. 1 и 2.

Таблица 1

Активность инвертазы и амилазы (в мг глюкозы на 1 г сырого веса)

Органы виноградной лозы	Действие инвертазы			Действие амилазы	
	синтез, в мг глюкозы	гидролиз, в мг глюкозы	отношение синтез гидролиз	синтез крахмала в мг	гидролиз крахмала в мг *
18—21 III 1947 г. (до сокодвижения)					
Однолетние побеги (средние части)	1,1	4,0	0,27	—	8,6
Многолетние ветви	2,3	3,3	0,70	—	2,1
Корни 3—6 мм	2,9	1,9	1,53	—	6,0
23—25 IV 1947 г. (усиленное сокодвижение)					
Однолетние побеги, верхние части .	0,7	4,0	0,17	—	11,0
То же, нижние части	0,0	3,1	0,00	—	12,0
21—23 VII 1947 г. (в начале созревания ягод)					
Однолетние побеги	2,9	4,5	0,64	18,0	—
Многолетние ветви	3,5	1,4	2,50	11,6	—
Корни 3—6 мм	0,0	0,0	0,00	0,0	—
10—12 X 1947 г. (до осеннего желтения листьев)					
Однолетние побеги	0,0	3,3	0,00	1,0	—
Многолетние побеги	0,0	3,3	0,00	4,4	—
Корни 3—6 мм	0,0	0,2	0,00	5,9	—
30 XII 1947 — 2 I 1948 (период покоя)					
Однолетние побеги	0,7	3,0	0,23	2,6	—
Многолетние ветви	0,0	4,7	0,00	13,0	—
Корни 3—6 мм	0,0	0,8	0,00	5,7	—

* Синтез и гидролиз крахмала вычислены в переводе на глюкозу.

Из данных табл. 1 видно, что инвертаза зимой до начала сокодвижения в корнях и ветвях действует в противоположных направлениях: в корнях преобладает синтез над гидролизом, а в ветвях и однолетних побегах — гидролиз над синтезом. Летом, в начале созревания ягод, инвертаза в многолетних ветвях действует преимущественно синтетически, а в однолетних побегах — гидролитически; в корнях же в это время инвертаза активности не проявляет. Осенью и в начале зимы (октябрь — декабрь) наблюдается незначительная гидролитическая активность инвертазы во всех органах куста.

Амилаза ведет себя иначе. В течение конца зимы и весной происходит гидролиз крахмала во всех органах куста с более сильным проявлением активности в однолетних побегах сравнительно с многолетними ветвями и корнями. Летом же, в июле (начало созревания ягод) наблюдается усиленная синтетическая деятельность амилазы в однолетних побегах и многолетних ветвях, тогда как в корнях активность амилазы падает до нуля. Наоборот, осенью наблюдается синтез крахмала, усиливающийся от однолетних побегов к корням. Амилаза в июле и октябре действует по-разному: летом она дает

наибольшую синтетическую активность в побегах по сравнению с корнями, а в октябре — в корнях. Это связано с известной физиологической закономерностью — интенсивным накоплением крахмала в побегах летом и оттоком углеводов в корни осенью.

Сравнивая данные о сопряженности в действии инвертазы и амилазы, представленные на рис. 1, 2, можно видеть, что действие этих ферментов у однолетних побегов и многолетних ветвей идет согласованно в направлении снижения гидролитической деятельности к середине лета и повышения синтетической активности с максимумом в конце июля. Далее, к осени снижается их синтетическая активность и повышается гидролитическая активность, причем в побегах инвертаза сохраняет все время преобладание гидролиза над синтезом, а амилаза примерно с июня дает синтез. В многолетних же ветвях инвертаза в середине лета дает значительное преобладание синтеза над гидролизом (отношение $\frac{\text{синтез}}{\text{гидролиз}} = 2,5$). Амилаза уже с весны дает синтез.

В корнях действие инвертазы и амилазы противоположно друг другу. Это соответствует известным физиологическим явлениям передвижения углеводов из корней в стеблевые органы весной и обратного тока их в корни осенью. Мы склонны полагать, что сильный гидролиз крахмала весной в корнях согласуется со значительным синтезом сахарозы как формы мобильного запаса углеводов. Осенью же, наоборот, инвертаза дает преобладание гидролиза, а амилаза — синтеза, что может быть объяснено с той же точки зрения обратным током углеводов. С биохимической стороны (¹⁹) это согласуется с современным представлением о путях синтеза и распада крахмала.

Таким образом, инвертаза и амилаза обнаружили полную координацию в направленности действия, целесообразно увязанную с их ролью, обеспечивающей стройную согласованность в физиологических функциях транспорта и отложения в запас пластических углеводов.

В некоторых исследованиях недавнего времени можно найти данные, свидетельствующие о существовании координированного действия между инвертазой и окислительно-восстановительными ферментами (^{9, 13}) и между инвертазой и протеолитическими ферментами (¹⁴).

Поскольку деятельность ферментов тесно связана со всеми адаптивно координированными физиологическими функциями организма, нужно полагать, что действия их должны быть координированы между собой в разных органах растения и на протяжении всего жизненного цикла его.

Краснодарский институт
пищевой промышленности

Поступило
25 III 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. Oparin, *Erg. Enzymf.*, 3, 57 (1934). ² A. Oparin, *Enzymologia*, 4, 13 (1937).
³ А. Л. Курсанов, Действие ферментов в живой клетке, Ферменты, М. — Л., 1940.
⁴ С. Костычев, Физиология растений, М., 1937, стр. 93. ⁵ В. П. Нилови и О. Н. Павленко, Биохимия, 5, № 1 (1940). ⁶ Н. Сисакян, Биохимия, 1, № 3 (1936). ⁷ Б. Рубин и О. Лутикова, ДАН, 17, № 5 (1937). ⁸ Б. Рубин и Н. Сисакян, ДАН, 25, 295 (1929). ⁹ Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская, Н. С. Спиридонова и О. Т. Лутикова, Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 4, 1, 217 (1946). ¹⁰ Б. Рубин и О. Лутикова, Биохимия, 5, № 3 (1940). ¹¹ Н. Сисакян и А. Кобякова, Биохимия, 5, № 3 (1940). ¹² Б. Рубин и Н. Сисакян, Биохимия, 4, 210 (1932). ¹³ Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская, Н. С. Спиридонова и О. Т. Лутикова, Биохимия, 10, № 1 (1945). ¹⁴ Б. Рубин и О. Лутикова, ДАН, 27, 34 (1940). ¹⁵ Н. М. Сисакян, Тр. совещ., посвящ. 50-лет. перекисл. теории медл. окисл. и роли А. Н. Баха, М. — Л., 1946. ¹⁶ А. Л. Курсанов, Биохимия, 1, № 4 (1936). ¹⁷ Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская и О. Т. Лутикова, ДАН, 31, № 9 (1941). ¹⁸ Куню Стоев, Годшник на Софийский ун-т агр. лесфак., 25, кн. 1 (1947). ¹⁹ А. И. Опарин и Т. Н. Евреинова, ДАН, 58, № 8 (1947).