

Н. М. СИСАКЯН и А. М. КОБЯКОВА

## О ПЕРЕДВИЖЕНИИ ФЕРМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ

(Представлено академиком А. И. Опариним 27 I 1947)

Опариним и Дьячковым<sup>(1)</sup> экспериментально обнаружено, что ферменты обладают способностью передвигаться из вегетативных органов в репродуктивные. В результате сравнения активности амилазы в зернах, нормально зреющих в поле, с активностью фермента в зернах, преждевременно удаленных с материнского растения, Опарин и Дьячков приходят к заключению, что ферменты по мере созревания зерен перетекают к ним из ассимиляционного аппарата, где они, наряду с другими органическими веществами, образуются в ходе вегетации растения. В созревших зернах ферменты находятся в зимогенном состоянии, благодаря чему в них не удается обнаружить значительной гидролитической активности.

Позже, когда наряду с распадом веществ появилась возможность учитывать и ферментативный синтез, Курсанов<sup>(2)</sup>, Лутикова<sup>(3)</sup> и др. показали, что в поздних фазах созревания зерен пшеницы и гороха падение гидролитической активности ферментов вовсе не означает ослабления ферментативной активности вообще, так как снижение гидролитической активности обычно сопровождается усилением процессов ферментативного синтеза.

Понятие так называемого зимогена гидролитических ферментов до высказывания Опариним<sup>(4)</sup> адсорбционной теории оставалось неясным. Однако и после развития указанных взглядов потеря гидролитической активности ферментов в зернах по мере их созревания приписывалась усилению адсорбции лишь предположительно. Прямых опытов, которые дали бы возможность судить о причинах ослабления активности гидролитических ферментов в созревающих зернах и о характере связи этого явления с ослаблением активности в вегетативных органах, до сих пор не было.

Разработка Курсановим<sup>(5)</sup> экспериментальных методов определения адсорбционной активности растительных тканей позволила подойти к решению указанной задачи. С этой целью мы определяли способность различных тканей гороха адсорбировать инвертазу из окружающего раствора. Чтобы выяснить характер взаимосвязи вегетативных и репродуктивных органов производился дифференцированный учет адсорбционной способности тканей в различные фазы формирования и развития зерна. Опыты проводились с сортом „Капитал“, полученным нами с Грибовской селекционной станции. Из опытных растений, которые росли на участке института, отбиралось около 30 возможно близких по развитию растений.

В анализ поступали вегетативные ткани и зерна 6-го, 7-го и 8-го ярусов снизу. Средняя проба составлялась из мелко нарезанных вегетативных тканей. Зерна перед анализом разделялись пополам, и средняя проба бралась из этих половинок.

В первый срок анализа (см. табл. 1), т. е. в период, когда зерно гороха находилось в фазе начала молочной спелости, нами была обнаружена наибольшая адсорбционная активность в стеблях, листьях

Таблица 1

Адсорбция (+) и элюция (—) инвертазы различными тканями гороха

Фаза развития	Лист	Стебель	Черешок стручка	Створок стручка	Зерно
Начало молочной спелости . . . . .	+ 3,8	+ 4,4	+ 2,9	— 4,0	— 4,4
Полная восковая спелость . . . . .	— 2,6	— 1,0	+ 5,9	+ 6,1	+30,0

и черешках стручков и отрицательная адсорбция, т. е. элюция, была обнаружена в створках стручков и в зернах.

Однако в фазе полной восковой спелости зерен картина адсорбционной способности в вегетативных и репродуктивных тканях коренным образом меняется.

Таким образом, мы имеем пример своеобразной топографии адсорбционной способности в растениях. При этом существенны коренные

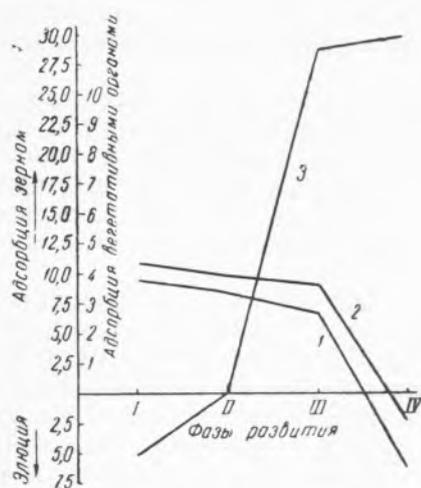


Рис. 1. Адсорбция и элюция инвертазы в вегетативных и репродуктивных органах в ходе развития растений. Фазы развития: I — начало молочной спелости; II — молочная спелость; III — начало восковой спелости; IV — восковая спелость. 1 — адсорбция листом; 2 — стеблем; 3 — зерном

сдвиги в ферментативной активности ассимилирующих и запасных тканей растения. Характер этого явления наиболее четко проявляется при изучении адсорбционной способности отдельных тканей в различные фазы развития.

Как видно из рис. 1, адсорбционная способность вегетативных тканей по мере их старения резко падает. Происходит не только снижение адсорбции в листьях и стеблях, но в период, когда зерна находятся в фазе восковой спелости, наступает элюция, высвобождение собственной инвертазы этих тканей в раствор.

Диаметрально противоположную картину мы наблюдаем в репродуктивных тканях. В начале молочной спелости в зернах обнаруживается лишь отрицательная адсорбция. Затем, в фазе молочной спелости и до восковой спелости, адсорбционная способность зерна стремительно нарастает. В фазе от начала и до конца восковой спелости нарастание адсорбционной способности происходит уже значительно слабее, чем в фазе от молочной до восковой спелости.

Следовательно, когда начинается мобилизация запасных веществ из вегетативных в репродуктивные органы, в листьях и стеблях происходит ослабление адсорбционной способности, что является показателем усиления процессов распада веществ, в результате чего создаются благоприятные условия миграции веществ в запасные органы. Вместе с пластическими веществами в зерна передвигаются также и ферменты, что удается обнаружить методом адсорбции. Однако, когда в запасных органах начинаются процессы полимеризации, инвертаза адсорбируется на поверхностях протоплазменных структур и тем самым исключается из сферы реакции как гидролитический агент.

По новейшим представлениям Опарина (6), ферменты зерен злаков откладываются в эндосперме, в зародыше же находятся специфические вещества — активаторы ферментов. Когда начинается прорастание злаков, то эндосперм становится поставщиком не только питательных веществ, но и ферментов до того времени, пока росток не начинает жить автотрофной жизнью.

Таким образом, вырисовывается следующая картина миграции инвертазы из вегетативных в репродуктивные органы. В период усиленной мобилизации запасных веществ вегетативных органов и передвижения их в репродуктивные органы происходит десорбция, переход связанных на поверхностях протоплазменных структур ферментов в раствор и их передвижение с пластическими веществами в репродуктивные органы.

Вначале, до нарастания процессов полимеризации, перешедшие из вегетативных органов ферменты находятся в репродуктивных органах в свободном, не связанном состоянии. С усилением же процессов полимеризации в репродуктивных органах повышается адсорбционная способность, что исключает из сферы реакции инвертазу как гидролитический агент.

Институт биохимии  
им. А. Н. Баха  
Академии Наук СССР

Поступило  
27 I 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Опарин и N. Djatschkow, *Biochem. Z.*, 196, 289 (1928). <sup>2</sup> А. Курсанов и К. Брюшкова, *Биохимия*, 5, 681 (1940). <sup>3</sup> О. Лутикова, *ДАН*, 31, № 7, 683 (1941). <sup>4</sup> А. Опарин, *Enzymologia*, 4, 13 (1937). <sup>5</sup> А. Курсанов, *Биохимия*, 11, 333 (1946). <sup>6</sup> А. Опарин и С. Каден, *Биохимия*, 10, 25 (1945).