

В. Е. СОКОЛОВА и Б. А. РУБИН

РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА В КООРДИНАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ ОБМЕНА РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА

(Представлено академиком А. И. Опариным 16 II 1949)

Предыдущими работами нашей лаборатории (1, 2) установлено, что приспособление процессов углеводного обмена растения к закономерным изменениям температурного фактора среды достигается смещением температурных оптимумов действия ферментов, управляющих ходом этих процессов.

В настоящей статье приводятся результаты исследований, которые показали, что смещение температурных оптимумов играет роль не только в явлениях приспособления растения к внешней среде, но имеет также важное значение, обеспечивая координацию отдельных звеньев обмена.

В течение двух вегетационных сезонов (1945 и 1946 гг.) нами проводилось изучение температурных кривых действия ферментов, регулирующих процессы образования и распада крахмала в живой ткани растения. Объектом наблюдений служили листья и клубни картофеля сорта Лорх. Действие ферментов изучалось *in vivo* с помощью метода вакуум-инfiltrации (3, 4). Отбор проб производился в утренние часы; температурная экспозиция (3 часа) протекала в первую половину дня.

Уже опыты 1945 г. показали, что, наряду со смещением температурного оптимума, в листьях картофеля в отдельные сроки наблюдается некоторое сужение температурной зоны синтеза крахмала. Так, в начале июня синтез крахмала был отмечен уже при 15°, тогда как в конце августа этот процесс делался заметным только при 28°. В опытах 1946 г. этот факт выявился еще резче. В пробах конца июля и середины августа при температурах ниже 38° не только не удалось уловить синтез крахмала, но был отмечен весьма интенсивный распад его. На рис. 1 это отражено отрезками кривых, расположенными ниже оси абсцисс. Это явление свидетельствовало, конечно, не о том, что в данных условиях полностью отсутствовал синтез, но о том,

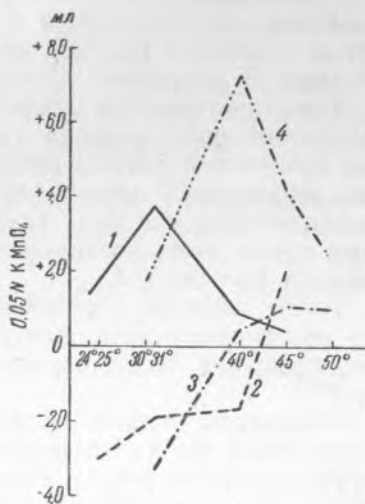


Рис. 1. Интенсивность синтеза крахмала (в мл 0,05 N KMnO₄ на 1 г сырого веса за 3 часа) в листьях картофеля при различных температурах в разные сроки вегетации. Данные 1946 г.: 1 — 28 VI, 2 — 24 VII, 3 — 16 VII, 4 — 5 IX

что при определенных температурах процессы распада крахмала явно преобладали над процессами синтеза его.

Отмеченное сужение температурной зоны синтеза крахмала в листьях крайне интересно с точки зрения его биологического значения.

Согласно взглядам А. И. Опарина ⁽⁵⁾, нормальное развитие растений обуславливается строгой последовательностью отдельных процессов, причем взаимосвязь этих процессов в живом растении определяется, в первую очередь, соотношением скоростей соответствующих реакций. Процесс крахмалонакопления у картофеля, с которым тесно связано общее развитие этого растения, складывается из целого ряда этапов, причем для нормального развития растения скорости этих отдельных звеньев должны быть строго координированы между собой. В частности, интенсивность фотосинтеза, а следовательно, и общая продуктивность растения, в сильной степени зависит от скорости отведения первичных продуктов ассимиляции из ассимилирующих органов в осевые и запасные. У картофеля снижение концентрации растворимых сахаров частично осуществляется превращением их в крахмал непосредственно в листьях. Однако ассимилирующие органы не приспособлены к отложению значительных количеств запасных продуктов, вследствие чего синтез крахмала в листьях служит лишь временной мерой. В условиях интенсивного фотосинтеза обеспечить нормальную деятельность ассимилирующих органов может только регулярный отток ассимилятов в запасные органы. Для осуществления такого регулярного оттока необходимо периодическое изменение скоростей процессов образования и распада полисахаридов в листьях в сторону усиления интенсивности распада.

Полученные нами данные показывают, что в листьях картофеля это изменение осуществляется посредством смещения температурных оптимумов синтеза и распада крахмала в направлении более высоких температур. В результате такого смещения температурная зона синтеза крахмала значительно сужается при соответствующем расширении температурной зоны распада (рис. 1). Преобладание процессов распада над процессами синтеза крахмала при сравнительно высоких температурах, несомненно, должно способствовать освобождению тканей листа от накопившихся в них углеводов еще до наступления ночных часов. Этим путем вновь восстанавливаются условия, благоприятные для дальнейшего фотосинтеза.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что координация двух противоположных функций — оттока и накопления, присущая листу, осуществляется с помощью температурного фактора.

Результаты наших исследований хорошо согласуются с данными, полученными В. А. Чесноковым и Е. Н. Базыриной, согласно которым суточная кривая оттока ассимилятов из листьев картофеля в июле имеет два максимума ⁽⁷⁾. Один из этих максимумов приходится на первую половину дня, когда в наших опытах отмечалось расширение температурной зоны распада крахмала.

Аналогичное сужение температурной зоны синтеза крахмала наблюдалось и в опытах с клубнями картофеля. В пробах начала августа синтез крахмала делается заметным только около 40°, начиная от 38° и ниже преобладает распад крахмала, интенсивность которого возрастает в направлении к более низким температурам (рис. 2). Эти данные вполне отвечают тому представлению, согласно которому между явлениями роста и отложения запасных веществ существует своего рода конкуренция.

Стадии, в которых в растении доминируют процессы роста, отличаются преобладанием процессов распада крахмала, тогда как для периода отложения запасных веществ характерно усиление процессов

синтеза последних. Для клубней в начальный период развития (в нашем случае, конец июля — начало августа) отложение запасных веществ не является ведущим процессом, так как именно в это время происходит формирование основных тканей клубня. Для этой цели потребляются не только сахара, получаемые непосредственно из ассимилирующих органов, но, в условиях легко смещаемого в сторону распада равновесия, может, повидимому, использоваться и уже отложившийся крахмал. В данном случае это смещение равновесия достигается регулирующим действием температурного фактора, подобно тому, как это происходит в листьях картофеля при координации процессов фотосинтеза и оттока. Позднее, во второй половине августа и в сентябре (рис. 2), когда формирование клубня в основном заканчивается и начинает превалировать процесс отложения крахмала, температурная зона синтеза последнего значительно расширяется.

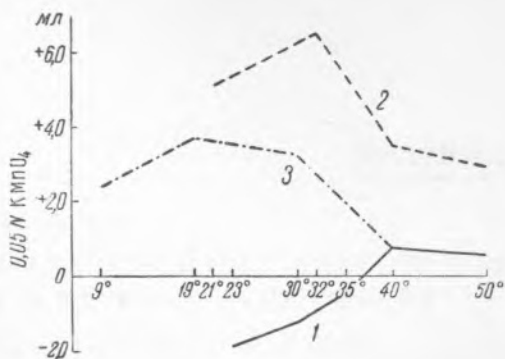


Рис. 2. Интенсивность синтеза крахмала (в мг 0,05 N $KMnO_4$ на 1 г сырого веса за 3 часа) в клубнях картофеля при различных температурах в разные сроки вегетации. Данные 1946 г.: 1—I VIII, 2—II VIII, 3—III VIII

Установленные в настоящей работе факты легко находят объяснение с точки зрения теории стадийного развития растений, разработанной Т. Д. Лысенко. «Эта теория исходит из того, что все растения, каждое его свойство, признак и т. д. есть результат развития наследственного основания в конкретных условиях внешней среды» (6).

Смещение температурных оптимумов синтеза и распада, связанное со стадией развития, особенно подчеркивает приспособленность деятельности ферментативного аппарата растения к температурным условиям среды.

Бесспорно, что отмеченное в листьях и клубнях координирование ряда внутриклеточных процессов с помощью температурного фактора могло выработаться в растении только в процессе эволюции, путем длительного приспособления к тем условиям, в которых шло формирование данного вида.

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

Поступило
14 II 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. А. Рубин и В. Е. Соколова, ДАН, 54, № 4 (1946). ² Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская и В. Е. Соколова, ДАН, 60, № 4 (1946). ³ А. Л. Курсанов, Биохимия, 1, в. 3 (1936). ⁴ Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская, Н. С. Спиридонова и О. Т. Лутикова, Биохимия, 5, в. 6 (1940). ⁵ А. И. Опарин, Изв. АН СССР, сер. биол., № 6 (1937). ⁶ Т. Д. Лысенко, Агробиология, 1948. ⁷ В. А. Чесноков и Е. Н. Базырина, Изв. АН СССР, сер. биол., № 6 (1930).