

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. Е. СОКОЛОВА и Е. В. АРЦИХОВСКАЯ

**О ТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕАКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА
BOTRYTIS CINEREA***(Представлено академиком Н. А. Максимовым 7 III 1952)*

Наша лаборатория работает в течение ряда лет по вопросу адаптации растений к внешней среде. Основной задачей этих исследований являлось изучение роли обмена веществ в приспособлении растительного организма к условиям существования. Результаты этих работ показали, что закономерные смещения температурных оптимумов ферментативных процессов, наблюдаемые в ходе развития растений, как правило, отвечают ритмическим изменениям температурного фактора, на фоне которых шло формирование данного вида (¹⁻³). В частности, подобная приспособленность была обнаружена и для процессов дыхания. Однако в этом случае наблюдались не прямые смещения оптимума интенсивности процесса, а снижение величины Q_{10} в интервалах температур, не свойственных растению на данном этапе развития (^{2, 4, 5}).

Было интересно проследить, распространяются ли закономерности установленные для высших растений, на растения низшие. Разрешение этого вопроса тесно связано с проблемой взаимоотношения растения и паразита, т. е. с проблемой растительного иммунитета, находящейся в центре внимания наших работ. В связи с этим объектом исследований был избран *Botrytis cinerea*, являющийся распространенным возбудителем заболеваний многих культурных растений.

Следует отметить, что если влияние внешних условий на рост и развитие низших грибов до известной степени изучено, то соответственные изменения в обмене почти не затрагивались.

Нас интересовало прежде всего, присуща ли Ботритис приспособленность дыхательного процесса к определенному температурному режиму и та закономерная связь между изменениями температурного фактора и интенсивностью дыхания на разных этапах развития, которая неоднократно отмечалась нами для высших растений.

Исследования были поставлены по следующей схеме. Ряд колб со свекольным отваром, засеянным взвесью спор Ботритис, выдерживался при температуре 17—18° (контроль). С момента появления колоний из контроля через каждые 3 дня серии колб перемещались в термостат с температурой +25° и в холодильник с температурой +3°. В результате имелись следующие варианты: контроль, развивавшийся в постоянных температурных условиях; набор серий, подвергавшихся воздействию температуры 25°, отличавшихся друг от друга возрастом культуры, при котором данная серия была помещена в условия испытываемой температуры; аналогичный набор серий, подвергавшийся воздействию температуры +3°. Через определенные промежутки времени учитывалась интенсивность дыхания мицелия Ботритис при различных температурах (0, 10, 20 и 30°) по выделению CO₂.

Результаты проведенной работы показали, что дыхательному газообмену Ботритис не свойственна та четкая приспособленность к определенным температурным условиям, которая характерна для высших растений. Данные по интенсивности дыхания Ботритис, выдерживавшегося при температурах 3 и 25°, показали своего рода «обратную реакцию» на температурный фактор. Так, у Ботритис, выдерживавшегося при 25°, интенсивность дыхания в интервале от 0 до 30° во всех сериях возрастает меньше, чем у культуры, выдерживавшейся при 3° (табл. 1). Это показывает, что Ботритис реагирует на температуру не как на ассимилированный фактор, а как на раздражитель. При резкой смене температур культура Ботритис испытывает своего рода шок, выражающийся в скачке интенсивности дыхания, который тем выше, чем больше перепад между температурой выращивания и температурой, при которой производилось определение.

Таблица 1

Зависимость температурной реакции дыхания Ботритис от температурных условий выращивания (посев 15 IX 1950 г.)

Перемещение культур в т-ру 3° или 25°		Определение интенсивности дыхания		Т-ра выращивания	
дата	возраст культуры в днях	возраст культуры в днях	число дней при 3° или 25°	3°	25°
				дыхание при 30° в % от дыхания при 0°	
21 IX	6	11	5	511	482
		15	9	665	447
		21	15	542	235
23 IX	8	14	6	519	447
		19	11	486	156
		24	16	421	167
27 IX	12	17	5	498	440
		22	10	428	420
		28	16	387	91
30 IX	15	20	5	525	519
		25	10	548	481
		31	16	421	263
3 X	18	22	4	635	568
		28	10	812	406
		33	15	—	187

Данные, представленные в табл. 1, касаются реакции дыхательных процессов на кратковременное (2,5 часа) воздействие температуры, при которой определялась интенсивность дыхания. Более длительное воздействие измененных температурных условий, имеющее место при перемещении культуры в температуры +3 или +25°, также приводит к устойчивому повышению интенсивности дыхания, сказывающемуся по всем температурам, при которых велось определение.

Раздражающее действие длительной смены температур хорошо иллюстрируется рис. 1, на котором представлены изменения интенсивности дыхания культур, последовательно переносившихся на 25°, в процентах от интенсивности дыхания контроля (по средним данным для четырех температур, при которых велось определение). Через 5 дней после перемещения в термостат с температурой 25° культура дает заметное повышение интенсивности дыхания, что, повидимому, связано с раздражающим действием смены температур. Затем интенсивность

дыхания падает, составляя через 15 дней около 50% дыхания контро-ля. Очевидно, это является результатом угнетающего действия темпера-туры 25°.

Необходимо отметить, что величина раздражающего действия высо-кой температуры в большой степени зависит от возраста культуры: она тем выше, чем моложе культура. В последней, V серии, перемещенной с 17—18 на 25° в воз-расте 18 дней, это раздражающее дейст-вие не только не на-блюдается, но дыхание начинает подавляться непосредственно после перемещения.

Несколько иную картину дает Ботритис, выдерживавшийся при +3° (рис. 2). Здесь у культур не наблюдается той резкой реакции дыхательного аппарата на смену темпера-тура, которая так ярко выражена у культур, подвергавшихся воз-

действию 25°. Интенсивность реакции не ослабляется, а усиливается с возрастом культуры и достигает максимума у Ботритис, помещенного в холодильник на 12-й день после посева.

Характерно, что у мо-лодых культур (I—III серии) максимальный подъем дыхания наблю-дается не на 5-й день опыта, как у культур, выдерживавшихся при 25°, а на 10-й день. Дальнейшее старение культуры приводит к ос-лаблению реакции, макси-мум которой приходится в этом случае на 5-й день (IV—V серии).

Повидимому, эта раз-ница в поведении куль-тур, выдерживавшихся при 25 и 3°, связана со

степенью соответствия этих культур требованиям, предъявляемым Ботритис к температурным условиям среды. Как известно, эта куль-тура обладает способностью успешно развиваться в широком тем-пературном интервале, примерно от 0 до 20°. Температура 25° яв-ляется заметно неблагоприятной для Ботритис — споры линии, с которой мы работали, при этой температуре уже не прора-стали. Очевидно, именно вследствие этого температура 25°, являясь большим раздражителем, и вызывает столь значительный и быстрый подъем дыхания с последующим угнетением этого процесса. Темпера-

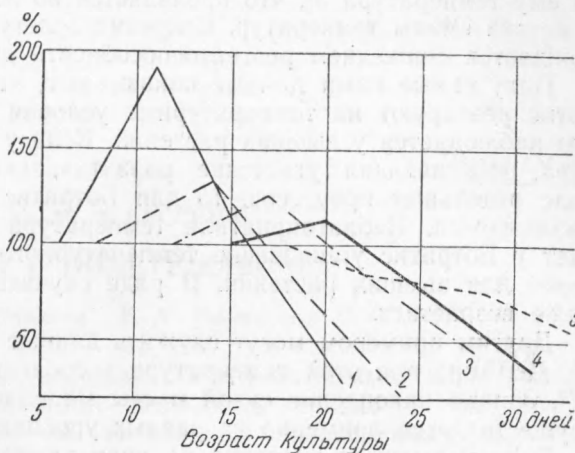


Рис. 1. Дыхание Ботритис, выдерживавшегося при 25° в различном возрасте (в % от дыхания при 17—18°). Возраст культуры в момент перемещения в термостат на 25°: 1—6 дней, 2—8 дней, 3—12 дней, 4—15 дней, 5—18 дней

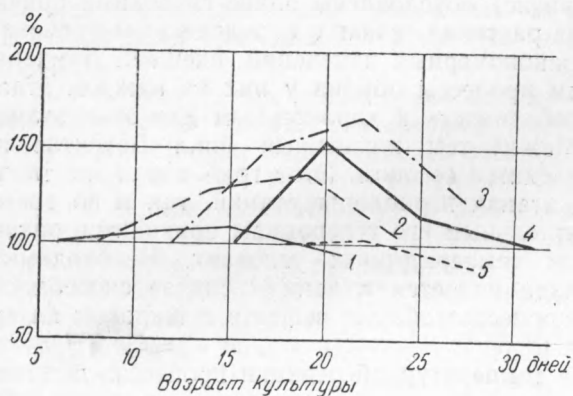


Рис. 2. Дыхание Ботритис, выдерживавшегося при 3° в различном возрасте (в % от дыхания при 17—18°). Возраст культуры в момент перемещения в холодильник на 3°: 1—6 дней, 2—8 дней, 3—12 дней, 4—15 дней, 5—18 дней

тура 3° по существу столь же свойственна Ботритис, как и 17—18°. Поэтому на ранних этапах развития, пока культура еще не выработала стойкого приспособления в онтогенезе к температуре 17—18°, смена этой температуры на 3° не дает раздражающего эффекта. Чем дальше растет Ботритис при температуре 17—18°, тем более чуждой оказывается ему температура 3°, что проявляется во все большем раздражающем действии смены температур. Старение культуры в обоих случаях сопровождается снижением реагентоспособности дыхательного аппарата.

Полученные нами данные показывают, что процессы обмена у Ботритис реагируют на температурные условия совершенно по-иному, чем это наблюдается у высших растений. Если у высших растений температура, вызывающая угнетение развития, сказывается угнетающе и на ходе отдельных процессов, то для Ботритис такого параллелизма не наблюдается. Неблагоприятная температура далеко не всегда вызывает у Ботритис уменьшение температурного коэффициента, что характерно для высших растений. В ряде случаев Q_{10} у Ботритис при этом даже возрастает.

Другим примером могут служить данные по развитию Ботритис при 3°. Дыхание при этой температуре в среднем в 3 раза ниже, чем при 17°, однако накопление сухой массы мицелия при обеих температурах осуществляется примерно на равных уровнях.

Если у высшего растения по ходу какого-либо отдельного процесса можно судить о степени приспособленности организма к определенным температурным условиям существования, то у представителя низших (Ботритис) даже такой ведущий процесс, как дыхание, не отражает степени ассимиляции данной температуры. Частично это может быть объяснено тем, что угнетение процесса дыхания неблагоприятными температурами перекрывается раздражающим действием последних. Но в основе эти различия в реакции на температуру у высших растений и у представителя низших (Ботритис) обусловлены более глубокими причинами. Цикл развития высших растений связан с определенным временем года и протекает на фоне закономерных изменений внешней температуры. Именно в связи с этим процессы обмена у них на каждом этапе развития отражают приспособленность к характерным для этих этапов температурным условиям. Между тем жизненный цикл Ботритис не связан с каким-либо определенным сезоном. Этот гриб поражает ткани растения как на различных этапах периода вегетации, так и во время хранения. Таким образом, отдельным его генерациям приходится развиваться в резко различающихся температурных условиях. Необходимым условием для выживания вида является в данном случае способность сохранять нормальный ход процессов обмена веществ в широком интервале температур.

Наблюдаемые различия в температурной реакции процессов дыхания у высших растений и у Ботритис показывают, что пути приспособления физиологической функции к одному и тому же фактору среды в очень большой степени определяются исторически сложившимися условиями развития вида.

Пользуемся случаем выразить благодарность проф. Б. А. Рубину за ценные указания по данной работе.

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

Поступило
6 III 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Б. А. Рубин и В. Е. Соколова, ДАН, 54, № 4 (1946); 64, № 3 (1949); 65, № 5 (1949). ² Б. А. Рубин, Изв. АН СССР, сер. биол., № 6 (1950). ³ В. Е. Соколова, Биохимия плодов и овощей, сборн. 2, 67 (1951). ⁴ В. Е. Соколова, там же, сборн. 1, 45 (1949). ⁵ Е. В. Арциховская и Б. А. Рубин, ДАН, 71, № 3 (1950).