

Е. В. АРЦИХОВСКАЯ и Б. А. РУБИН

О ПРИСПОСОБИТЕЛЬНОМ ЗНАЧЕНИИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ГАЗООБМЕНА ЦИТРУСОВЫХ

(Представлено академиком А. И. Опариным 19 I 1950)

В работах (1, 2) показано, что в процессе созревания citrusовых плодов имеет место существенная перестройка системы дыхательных ферментов.

У зеленых плодов группа оксидаз, содержащих тяжелые металлы, и ферменты так называемого «остаточного» дыхания (устойчивые к действию цианида и азиды) принимают примерно равное участие в дыхательном процессе. Наступление периода созревания связано с резким снижением роли первой группы ферментов и возрастанием роли остаточного дыхания. В результате дыхание зрелых плодов осуществляется, в основном, за счет оксидаз флавопротеинового ряда.

Кроме того, было показано, что в процессе созревания плодов citrusовых изменяется характер зависимости дыхания от температуры. В условиях пониженных температур наименьшей интенсивностью дыхания характеризуются зеленые плоды, отличающиеся, помимо этого, и наиболее интенсивной реакцией на повышение температуры. В результате, при повышении температуры до 30° зеленые плоды выдвигаются по уровню дыхания на первое место, обгоняя в этом отношении плоды полужелтые и желтые.

Иной характер зависимости от температуры свойственен дыханию зрелых плодов. Обладая минимальной интенсивностью дыхания в условиях температуры +5°, зрелые плоды с повышением температуры усиливают дыхание менее значительно, чем зеленые. В силу этого при +30° зрелые плоды дышат слабее полужелтых и в особенности зеленых. Эти особенности температурных кривых дыхания хорошо согласуются с условиями температуры, к которым приурочено прохождение отдельных этапов онтогенеза этих объектов. Например, фазу зеленой спелости плоды проходят при температурах воздуха значительно более высоких, чем температура, которую встречают созревшие плоды. Таким образом, уровень дыхания плодов целесообразно приспособлен к изменяющимся в процессе развития этих объектов температурным условиям.

Можно было предположить, что изменяющееся в онтогенезе плодов соотношение между катализирующими дыхание оксидазами связано с различной зависимостью каждой из групп этих ферментов от температуры. Для проверки этого предположения было предпринято исследование температурных кривых действия обеих групп оксидаз. Этот вопрос изучался на тканях кожуры плодов различных видов citrusовых (лимон, апельсин). Для подавления действия металлсодержащих оксидаз применялась инфльтрация в ткани раствора азиды натрия в концентрации 0,005 М. Дыхание учитывалось по количеству выделенной CO₂. Участие

в дыхании металлсодержащих оксидаз учитывалось по разности между дыханием проб, инфильтрованных водой, и дыханием проб, инфильтрованных азидом.

Полученные нами данные убеждают в том, что названные две группы окислительных ферментов существенно различаются по характеру реакции на температурное воздействие.

На рис. 1 представлены типичные кривые дыхания кожуры апельсина и лимона (зелено-желтые плоды) в зависимости от температуры. Как видно из кривых, интенсивность «остаточного» дыхания изменяется при повышении температуры значительно слабее, чем дыхания, подавляемого азидом. Например, в одном из опытов доля остаточного дыхания у лимона составляла при температуре 1° 64% от общего дыхания, а при

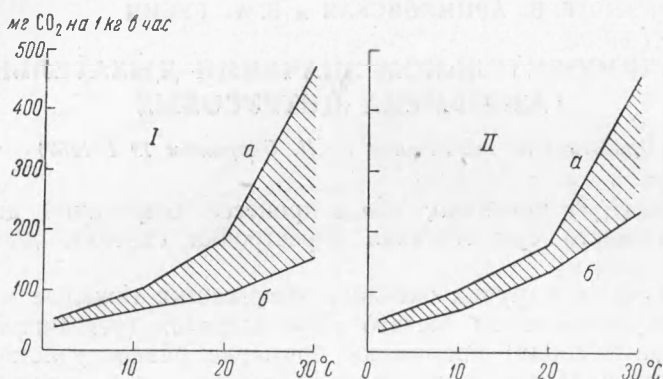


Рис. 1. Влияние температуры на дыхание кожуры апельсина (I) и лимона (II). Ингибитор 0,005 M раствор NaN₃. а — общее дыхание, б — остаточное дыхание. Заштриховано дыхание, подавляемое азидом

температуре 30° она упала до 50%. Еще более значительны различия для апельсина, у которого роль остаточного дыхания падает в том же температурном интервале с 69 до 32%.

У лимона металлсодержащие оксидазы реагируют на повышение температуры, главным образом, в интервале 20—30°, при более же низких температурах активность этих ферментов изменяется мало. У апельсина стимулирующее влияние температуры на деятельность металлсодержащих оксидаз оказывается значительно более высоким при всех изучавшихся нами интервалах температуры. Это видно также из табл. 1, в которой представлены данные по изменениям температурных коэффициентов устойчивого и неустойчивого к ядам дыхания кожуры плода.

Из табл. 1 видно, что при повышении температуры от 0 до 30° лабильное к действию ингибиторов дыхание лимона и апельсина активируется гораздо более значительно, чем остаточное дыхание. В особенности велики различия в этом отношении у апельсина, где в среднем за 4 срока наблюдений Q_{30} для подавляемого дыхания составило 18,4, тогда как для устойчивого к азиду дыхания — лишь 4,2. Иными словами, при понижении температуры от 30 до 0° деятельность ферментов Си, Fe-протеидов подавляется в 4,5 раза более энергично, чем деятельность устойчивых к азиду оксидаз. Устойчивость дыхания к специфическим ядам оказывается тесно связанной с устойчивостью к влиянию пониженных температур.

Аналогичная зависимость, хотя и менее резко выраженная, имеет место у лимона, где Q_{30} дыхания, устойчивого к азиду, составило в среднем по тем же опытам 11,6, тогда как у подавляемого дыхания оно равнялось 8,9. Интересно отметить также, что более высокая степень активации Fe, Си-протеидов, по сравнению с не содержащими тяжелые

Таблица 1

Температурные коэффициенты дыхания тканей различных видов цитрусовых

Дата наблюд.	Температурные интервалы в °С	Лимоны		Апельсины	
		остаточн. дыхание	подавляем. дыхание	остаточн. дыхание	подавляем. дыхание
11 XI	0—20	5,2	2,1	1,5	12,1
	20—30	2,1	4,0	2,2	2,0
	0—30	7,0	8,1	3,3	24,4
23 XI	0—20	2,5	1,0	1,8	6,4
	20—30	2,4	13,6	2,0	2,8
	0—30	6,2	13,6	3,4	17,3
7 XII	0—20	4,1	2,5	2,6	7,0
	20—30	1,8	4,6	1,6	3,3
	0—30	7,2	11,5	4,3	23,3
16 XII	0—20	7,9	4,5	5,8	2,7
	20—30	1,5	2,9	1,7	3,2
	0—30	11,9	13,2	5,8	8,5

металлы ферментами, наблюдается у апельсина в любом из интервалов температуры на протяжении от 0 до 30°.

У лимонов различия в степени активирования каждой из групп дыхания приобретают особую четкость лишь в интервале 20—30°. В пределах 0—20 активирование выражено сильнее у так называемого остаточного дыхания.

Различный характер зависимости обеих категорий дыхания от температуры и является, повидимому, причиной различных соотношений интенсивности дыхания у зеленых и зрелых плодов при изменении температуры.

Полученные нами материалы подчеркивают одновременно большое биологическое значение качественной перестройки дыхания, которая имеет место в процессе созревания плодов. Вне этой перестройки было бы невозможно сохранение зрелыми плодами необходимого уровня дыхания в условиях пониженных температур, к которым, как правило, приурочен этот этап развития цитрусовых.

Отсюда следует, что усиление роли остаточного дыхания, при резком снижении роли подавляемого, должно рассматриваться как целесообразная приспособительная реакция. Подчеркивая важное биологическое значение дыхательного газообмена растения, наши данные вместе с тем показывают, что приспособление организмов или отдельных органов к постоянно изменяющимся условиям среды осуществляется путем качественных изменений в ходе обмена веществ. Как известно, именно эта идея лежит в основе созданной Т. Д. Лысенко замечательной теории стадийного развития растений (3).

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

Поступило
16 I 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Е. Арциховская, Б. Рубин и Т. Иванова, ДАН, 60, № 6 (1948); 67, № 6 (1949); 69, № 2 (1949). ² Б. Рубин, Е. Арциховская и Т. Иванова, Биохимия плодов и овощей, Сборн. 1, Институт Биохимии, 1949. ³ Т. Д. Лысенко, Агробиология, 1949.