

Б. А. РУБИН, Е. В. АРЦИХОВСКАЯ и Т. М. ИВАНОВА

## ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ГАЗООБМЕН У ЦИТРУСОВЫХ И ЕГО РОЛЬ В ЯВЛЕНИЯХ УСТОЙЧИВОСТИ ПЛОДОВ

(Представлено академиком А. И. Опариным 10 I 1948)

В работах последних лет все больше подчеркивается несостоятельность так называемой хемотропической теории растительного иммунитета, рассматривающей устойчивость как некое пассивное химическое качество растения-хозяина, сложившееся без воздействия со стороны микроорганизма.

На ряде примеров показано, что устойчивость, как свойство приспособительное, должна рассматриваться как активный физиологический процесс, как определенная норма реагирования растения на инфекцию. Степень устойчивости определяется теми сдвигами, которые возникают в химизме тканей растения-хозяина под влиянием патогенного агента, причем ведущая роль в этом сложном комплексе должна быть отведена процессам дыхательного газообмена (1-3, 7).

Объектом проведенных до настоящего времени наблюдений служили главным образом вегетативные органы запаса, в связи с чем необходимо исследовать, сохраняют ли значение эти закономерности и для явлений устойчивости генеративных органов. Эта задача имеет очень важное значение для цитрусовых, рациональное использование урожая которых в условиях СССР во многом зависит от их устойчивости в период хранения.

Из трех видов цитрусовых — лимона, мандарина и апельсина, составляющих основу нашего промышленного цитрусоводства, наименее лежки плоды мандарина. В то же время, как показали наши опыты, интенсивность дыхания плодов, в особенности кожуры, по которой в основном происходит распространение инфекции, у мандарина значительно выше, чем у лимона (4). Создается впечатление, что степень устойчивости плодов цитрусовых как бы не связана с дыхательным газообменом.

Из цитированных выше работ следует, однако, что существенное значение для реакций защиты растительного организма имеет не уровень дыхания, свойственный ткани в нормальном ее состоянии, а характер тех сдвигов в дыхании, которые возникают под влиянием инфекции.

Для устойчивых форм растений характерна способность значительно усиливать окислительные процессы под влиянием определенных физиологических раздражений.

Изучению этого вопроса на плодах цитрусовых и были посвящены проведенные нами опыты.

В первой серии наблюдений изучался характер реакции тканей цитрусовых на механическое повреждение (разрезание), сочетавшееся с активной аэрацией. Определялось дыхание живой ткани кожуры в

целом, а также отдельных составляющих ее частей — флаведо и альбеде. Определения производились манометрическим методом в приборе А. И. Смирнова<sup>(5)</sup>. Результаты этих наблюдений приведены в табл. 1 (цифры исчислены в процентах от дыхания тех же тканей тотчас после разрезания).

Таблица 1

Активность дыхания тканей кожуры после разрезания

Объект и экспозиция	Кожура		Альбеде		Флаведе	
	выделено CO <sub>2</sub>	поглощено O <sub>2</sub>	выделено CO <sub>2</sub>	поглощено O <sub>2</sub>	выделено CO <sub>2</sub>	поглощено O <sub>2</sub>
Мандарин, 4 часа	104	101	111	112	106	101
» 24 »	112	109	125	121	109	107
Апельсин, 4 »	104	105	124	118	116	119
» 24 »	121	119	175	162	141	136
Лимон, 4 »	117	118	141	154	136	129
» 24 »	190	204	599	611	226	236

Из цифр табл. 1 видно, что по характеру реакции на кислородный фактор ткани цитрусовых весьма сильно различаются между собой. У мандарина активирование дыхания, даже у наиболее чувствительной к воздействию кислорода части кожуры — альбеде, не превышает 20—25%. Находящиеся в тех же условиях ткани альбеде лимона увеличивают дыхание в 6 раз, т. е. в 25 раз энергичнее, чем альбеде мандарина. В 10—12 раз интенсивнее, чем у мандарина, активируется у лимона и дыхание наружной части кожуры — флаведе.

Дыхательная система апельсина занимает во всех случаях промежуточное положение.

Столь же отчетливые различия в степени динамичности окислительных систем были обнаружены в опытах, в которых изучались сдвиги в дыхании тканей под влиянием токсина *Penicillium italicum*. Водный раствор токсина, в концентрации 1:1000, вводился в живую ткань кожуры при помощи вакуум-инfiltrации<sup>(6)</sup>.

У мандарина уровень дыхания не смещается даже после введения в ткань столь активного физиологического раздражителя, как токсин.

Таблица 2

Изменения газообмена в тканях кожуры у цитрусовых под влиянием токсина *Penicillium italicum*\*

Варианты опыта	Инfiltrация водой (контроль)			Инfiltrация токсином		
	выделено CO <sub>2</sub>	поглощено O <sub>2</sub>	K (CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	выделено CO <sub>2</sub>	поглощено O <sub>2</sub>	K (CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )
Кожура мандарина:						
Через 4 часа после инfiltrации . .	0,399	0,394	1,01	0,396	0,382	1,04
То же через 24 часа	0,410	0,406	1,01	0,438	0,403	1,07
Кожура лимона:						
Через 4 часа после инfiltrации . .	0,160	0,154	1,06	0,190	0,176	1,08
То же через 24 часа	0,247	0,122	1,11	0,552	0,534	1,03

\* Поглощение кислорода и выделение углекислоты выражено в мл газа на 2 г ткани за 90 мин.

Иную картину мы наблюдаем у лимона. Уже через 4 часа после инфильтрации уровень дыхания повышался здесь на 16—20%. При удлинении сроков действия токсина дыхание возрастает еще в 2,5—3 раза и по сравнению с тканями, инфильтрованными водой, оно составляет в этот момент 220—240%.

В соответствии с рассмотренными выше данными по дыханию находятся и вызываемые токсином изменения активности пероксидазы и дегидрогеназы (рис. 1).

Таким образом, и у плодовых органов уровень восприимчивости тканей к инфекции связан со степенью „чувствительности“ их

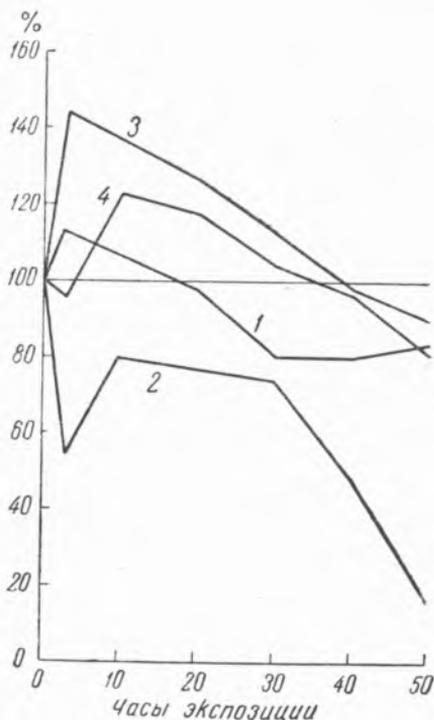


Рис. 1. Изменения активности ферментов в коже цитрусовых под влиянием токсина *Penicillium italicum* (в процентах от исходной активности). Мандарин: 1 — активность дегидразы, 2 — активность пероксидазы. Лимон: 3 — активность дегидразы, 4 — активность пероксидазы

окислительных систем. Устойчивым формам свойственна высокая динамичность окислительной системы, способность быстро и энергично реагировать на физиологическое раздражение.

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

Поступило  
9 I 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Бах, ЖРФХО, 44, 2 (1912). <sup>2</sup> Б. Рубин, Тр. совещания, посвящен. 50-летию перекисной теории медленного окисления и роли акад. А. Н. Баха в развитии отечественной биохимии, изд. АН СССР, 1946, стр. 75. <sup>3</sup> Б. Рубин, Е. Арциховская и Т. Проскурнякова, Биохимия, 12, 141 (1947). <sup>4</sup> Б. Рубин, Е. Арциховская и Т. Иванова, ДАН, 59, № 8 (1948). <sup>5</sup> А. Смирнов и С. Чигирев, Биохимия, 5, 358 (1940). <sup>6</sup> А. Курсанов, Биохимия, 1, 269 (1936). <sup>7</sup> Б. Рубин и Е. Арциховская, Усп. совр. биол., 25, 27 (1948).