

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

**О ВИДОВЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
У ЦИТРУСОВЫХ**

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

Разработка основ рационального использования урожая цитрусовых требует детального изучения биохимических процессов, совершающихся в плодах в период их созревания и хранения. Основное внимание должно быть при этом сосредоточено на окислительно-восстановительной системе, являющейся регулятором важнейших процессов биосинтеза и распада веществ.

Литературные данные по этому вопросу разрознены, причем они относятся по преимуществу к объектам, выращенным в обстановке, сильно отличающейся от нашей субтропической зоны^(5,6). Кроме того, в литературе почти нет материалов по мандарину, которым в СССР занята значительная часть площади под цитрусовыми. В связи с этим нами предпринято планомерное исследование видовых особенностей окислительной системы цитрусовых.

Таблица 1

Дыхание различных тканей плодов цитрусовых

Объект	Мандарины сорт «Уншиу»			Апельсины сорт «Местный»			Лимоны сорт «Новогрузинский»		
	CO ₂	O ₂	$\frac{CO_2}{O_2}$	CO ₂	O ₂	$\frac{CO_2}{O_2}$	CO ₂	O ₂	$\frac{CO_2}{O_2}$
Целые плоды	0,061	0,053	1,15	0,099	0,101	0,98	0,033	0,032	1,03
Флаведо	0,641	0,642	1,00	0,410	0,362	1,13	0,407	0,375	1,09
Альбеда	0,398	0,390	1,02	0,228	0,204	1,12	0,172	0,167	1,03
Мякоть	0,021	0,008	2,62	0,072	0,033	2,18	0,046	0,022	2,09

В табл. 1 представлены полученные нами средние данные, характеризующие уровень дыхательного газообмена в различных тканях плодов следующих видов цитрусовых: мандарин (*Citrus reticulata*), апельсин (*C. sinensis*) и лимон (*C. limon*). Опыты проводились в январе — марте 1947 г. на плодах, доставленных в Москву из Батумского ботанического сада. Данные получены манометрическим методом в приборе А. Смирнова (7). Цифры по поглощению кислорода и выделению углекислоты даны в пересчете на 2 г ткани за 90 мин.

Цифры показывают, что уровень дыхания цитрусовых значительно ниже дыхания подавляющего большинства представителей семячко-

вых и косточковых плодов. В соответствии с литературными данными находится и характеристика дыхания различных частей плодов у лимона и апельсина, выращенных в советских субтропиках. Дыхательная активность плодов сосредоточена в кожуре, в то время как газообмен в основной ткани (мякоть) выражается предельно низкими цифрами. Неравноценны также с точки зрения дыхательного метаболизма ткани альbedo и флаведо, поскольку и поглощение кислорода и выделение углекислоты осуществляются в наружной, окрашенной части кожуры (флаведо) примерно вдвое интенсивнее, чем в неокрашенной. Нашими наблюдениями устанавливается, что эти закономерности справедливы и для плодов мандарина.

Интересны соотношения по активности дыхания различных тканей у различных плодов. Ткани кожуры дышат у мандарина в 2—2,5 раза интенсивнее, чем у апельсина и лимона, тогда как мякоть во столько же раз слабее. В результате мандарин, у которого кожура плодов имеет максимальную из всех видов цитрусовых энергию дыхания, по уровню дыхания целых плодов значительно уступает апельсину. Резко различаются ткани плодов и по величине дыхательных коэффициентов. Характерно, что у всех трех видов дыхательный коэффициент для тканей кожуры равен или очень близок единице, тогда как для мякоти коэффициент больше двух, а у мандарина почти достигает трех.

Следовательно, наряду с хорошо налаженным окислительным процессом, свойственным кожуре мандарина, в мякоти мандарина должно иметь место наиболее интенсивное накопление токсичных для ткани высшего растения продуктов анаэробного обмена (спирт, ацетальдегид и пр.). Вполне вероятно, что эти особенности и являются одной из причин наиболее низкой устойчивости к инфекции, которая присуща плодам мандарина по сравнению с другими видами цитрусовых.

Помимо измерений интенсивности дыхания, были проведены также наблюдения над распределением пероксидазы и ферментов дегидразного комплекса. При этом оказалось, что у всех трех представителей цитрусовых мякоть плодов практически лишена как пероксидазы, так и дегидразной активности, что находится в хорошем соответствии со свойственным этой части плодов низким уровнем дыхательного газообмена.

Обнаружено также, что и пероксидаза и дегидразы распределены в тканях кожуры весьма неравномерно. Местом сосредоточения пероксидазы оказались ткани флаведо при почти полном отсутствии этого фермента в альbedo. Ферменты дегидразного комплекса распределены в кожуре более равномерно, лишь с некоторым преобладанием в альbedo.

Существенных различий в активности этих ферментов, которые можно было бы считать связанными с видовыми особенностями плодов, нам обнаружить не удалось. По этому вопросу необходимы более детальные исследования, поскольку есть основания предполагать, что у цитрусовых дегидразное действие может имитироваться аскорбиновой кислотой.

Далее изучались изменения в ходе дыхания, которые возникают в тканях различных плодов под влиянием KCN.

В табл. 2 приведены данные, характеризующие влияние раствора KCN (0,01 M) на дыхание кожуры различных плодов (раствор KCN вводился в живую ткань путем инфильтрации).

Цифры характеризуют поглощение O_2 и выделение CO_2 пробами, инфильтрованными KCN, в процентах от дыхания контрольных проб.

Полученные данные свидетельствуют о существовании серьезных различий в реакции тканей различных плодов на цианид. Наиболее

близки в этом отношении мандарин и лимон, у которых, судя по полученным цифрам, лишь небольшая часть потребляемого кислорода (до 25%) активируется цитохромоксидазой.

Впрочем не исключено, что и в этом случае речь должна идти не о системе цитохрома, а о полифенолоксидазной или аскорбиноксидазной, которые, согласно недавним наблюдениям, также чувствительны к синильной кислоте (2).

Иную картину мы наблюдаем в коже апельсина. Уже через 5 час. после инфильтрации KCN поглощение кислорода тканями снижается на 40%, а через 20 час. сводится едва к 10% от исходного. Особенностью реакции этого объекта является также значительное подавление уровня выделения CO_2 , что не наблюдалось у мандарина или лимона. Характерно также резкое возрастание дыхательного коэффициента, увеличивающегося после 20 час. взаимодействия ткани с цианидом до 3. Все это служит указанием на принципиальные изменения в ходе окислительного обмена, которые у данного объекта вызывает синильная кислота, и может служить веским доводом для признания наличия в коже апельсина цитохромоксидазной системы (3).

В дальнейшем предполагается провести изучение окислительной системы цитрусовых в связи с ходом развития плодов, поскольку в самое последнее время Д. Михлиным и П. Колесниковым получены убедительные доказательства того, что активное участие цитохромоксидазы в процессах клеточного дыхания характерно для молодых в онтогенетическом отношении тканей и органов растений (4).

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

Поступило
10 I 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Смирнов и С. Чигирев, Биохимия, 5, 358 (1940). ² F. Hopkins and E. Morgan, Biochem. J., 30, 414 (1943). ³ A. Hussein, J. Biol. Chem., 155, 201 (1944). ⁴ Д. Михлин и П. Колесников, Биохимия, 12, 452 (1947). ⁵ M. Haller and oth., J. Agricult. Res., 71, 327 (1945). ⁶ E. Miller, Bot. Rev., 12, 393 (1946).