

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Кафедра общей и холодиль-
технологии пищевых продук-

НОЙ
ТОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ ПЛОДОВ (факультативный курс)

Методические указания
к лабораторной работе № 2
«Определение дыхания тропических
и субтропических плодов»
для студентов специальности 270800

Санкт-Петербург 2005

УДК 664.858:006.354

Колодязная В.С., Кипрушкина Е.И., Кременевская М.И. Техно-логия хранения и переработки тропических и субтропических плодов (факультативный курс): Метод. указания к лабораторной работе № 2 «Определение дыхания тропических и субтропических плодов» для студентов спец. 270800. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 13 с.

Приведены теоретические положения, метод определения дыхания тропических и субтропических плодов и методика выполнения лабораторной работы.

Рецензент
Доктор техн. наук, проф. Ю.Ф. Орлов

Рекомендованы к изданию советом факультета пищевых технологий

© Санкт-Петербургский государственный
университет низкотемпературных
и пищевых технологий, 2005

Санкт-Петербург
2005

УДК 664.858:006.354

Колодязная В.С., Кипрушкина Е.И., Кременевская М.И. Технология хранения и переработки тропических и субтропических плодов (факультативный курс): Метод. указания к лабораторной работе № 2 «Определение дыхания тропических и субтропических плодов» для студентов спец. 270800. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 12 с.

Изложены теоретические положения, метод определения дыхания тропических и субтропических плодов и методика выполнения лабораторной работы.

Рецензент

Доктор техн. наук, проф. Ю.Ф.Орлов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Фрукты и овощи, сохраняемые в охлажденном состоянии, являются живыми организмами, им присущи дыхание и природный иммунитет. Дыхание – это основная форма диссимиляции веществ, в ходе которой высвобождается энергия, расходуемая при жизнедеятельности организма. Внешними признаками дыхания являются поглощение из окружающего воздуха кислорода и выделение диоксида углерода. Обмен CO_2 и O_2 происходит путем диффузии через устьица и частично через кутикулу.

На дыхание расходуются в основном углеводы и в меньшей степени жиры и белки. Окисление их происходит по циклу Кребса. Среди образующихся при этом кислот триизолимонная, α -кетоглутаровая и яблочная, которые служат непосредственными субстратами окисления в дыхательной цепи. Окисление осуществляется с участием специфических ферментов: пиридиновых и флавиновых дегидрогеназ и коэнзима Q, причем на этих стадиях происходит перенос двух атомов водорода. Далее имеет место перенос непосредственно электронов через систему цитохромов на кислород.

Процесс окисления в дыхательной цепи сопровождается фосфорилированием АДФ и запасанием энергии в форме АТФ. Каждая из трех карбоновых кислот, образующихся в цикле Кребса, дает три молекулы АТФ. В образовании и аккумуляции энергии, которая по мере надобности расходуется клеткой, заключена основная роль дыхания. Поскольку фосфорилирование неразрывно связано с окислением в дыхательной цепи, то обычно говорят о процессе окислительного фосфорелирования. Наличие сопряжения между окислением и фосфорелированием впервые было доказано советским академиком В.А. Энгельгардтом.

Процесс дыхания, как правило, происходит в митохондриях клеток, ферменты дыхательной цепи представляют собой мультиферментные системы, закрепленные на внутренних митохондриальных мембранах; их называют дыхательными ансамблями.

Таков основной путь окисления в растительной клетке. Он весьма чувствителен к действию различных повреждающих факторов. Под влиянием низких температур, ядов, ионизирующей радиации нарушается целостность митохондриальных мембран и ими утрачивается сопряжение дыхания или, как говорят, происходит разоб-

щение дыхания. Чувствительность фосфорелирования больше, чем окисления. Поэтому при разобщении дыхания окислительные процессы часто сохраняются, но при этом энергия окисления не превращается в энергию АТФ, а рассеивается в форме теплоты. Для растительных тканей характерно влияние специальных механизмов, позволяющих им переносить различные неблагоприятные условия внешней среды. К ним относятся:

- принцип множественности (мультипринцип), заключающийся в том, что не один, а несколько ферментов способны активизировать одну и ту же реакцию;

- полифункциональность каталитических систем, выражающаяся в том, что один и тот же фермент способен активизировать несколько реакций;

- рассредоточенность, или делокализация, окислительного аппарата, вследствие чего ферменты, участвующие в дыхательной цепи, локализованы не только в митохондриях, но и в протоплазме, различных элементах клетки, например в ядре, хлоропластах.

Благодаря этому окисление в растительной клетке осуществляется не только основным путем, но и с помощью альтернативных механизмов, образующих более короткие цепи с участием ферментов каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы, аскорбатоксидазы, сукцинатдегидрогеназы.

При понижении содержания кислорода в атмосфере до значений ниже определенного предела или при полном его отсутствии растительные клетки переходят к так называемому интрамолекулярному, или бескислородному, дыханию, представляющему собой в химическом отношении брожение. При анаэробном дыхании органический материал не распадается до конечных продуктов и выход энергии значительно меньше. Переход исключительно к интрамолекулярному дыханию приводит к гибели организма, так как накапливающийся этанол губительно действует на живую клетку.

Процесс дыхания необходим для поддержания жизнедеятельности охлажденных плодов и овощей. В то же время он приводит к потере ценных в пищевом отношении веществ. Поэтому условия хранения плодов и овощей должны быть таковы, чтобы снизить по возможности интенсивность дыхания, не нарушив, однако, естественно-

го течения процессов, поскольку только растительные продукты с нормальным дыханием обладают необходимой лежкоспособностью.

Интенсивность дыхания I определяют по количеству миллиграммов CO_2 , выделенного 1 кг продукта за 1 ч. Влияние температуры на этот процесс можно определить по температурному коэффициенту Q_{10} , который показывает, во сколько раз уменьшается интенсивность дыхания при понижении температуры на 10°C :

$$\frac{I_2}{I_1} = Q_{10}^{\frac{t_2 - t_1}{10}}, \quad (1)$$

где I_1 и I_2 – величины интенсивности дыхания при температурах t_1 и t_2 .

Как известно, для большинства химических реакций, подчиняющихся правилу Вант-Гоффа, величина $Q_{10} = 2 \div 3$. Однако дыхание представляет собой сложный процесс, который состоит примерно из 30 реакций и зависит не только от температуры, но и от вида, возраста, состояния объекта, особенностей его ферментативных систем и других факторов. Поэтому величины Q_{10} для растительных объектов изменяются в пределах от 1,8 до 6,8.

Более отчетливо влияние температуры на интенсивность дыхания можно проследить по формуле Гора, согласно которой в интервале между температурами замерзания и хранения интенсивность дыхания связана с температурой экспоненциальной зависимостью

$$I_t = I_0 e^{bt}, \quad (2)$$

где I_t – интенсивность дыхания при температуре t , мг $\text{CO}_2/(\text{кг}\cdot\text{ч})$; I_0 – интенсивность дыхания при 0°C , мг $\text{CO}_2/(\text{кг}\cdot\text{ч})$; b – температурный коэффициент интенсивности дыхания, $1/^\circ\text{C}$.

Величина b постоянна для каждого вида плодов и овощей; она характеризует скорость окисления и позволяет судить о продолжительности возможного хранения; ее численное значение составляет от 0,0617 до 0,1903 $1/^\circ\text{C}$.

При хранении плодов и овощей вследствие частичного разобщения дыхания наблюдается тепловыделение, которое может быть весьма значительным и должно учитываться при тепловых расчетах.

При свободном доступе воздуха к растительному организму процесс окисления глюкозы может быть выражен следующим уравнением, кДж:



Тогда при образовании 1 мг CO_2 , в случае полного окисления сахаров, общее количество высвобождаемой при дыхании энергии составляет 0,011 кДж. Интенсивность высвобождения энергии P_t при данной температуре t может быть определена по следующему уравнению, кДж/(кг·ч):

$$P_t = 0,011 I_t. \quad (4)$$

Понижение температуры позволяет снизить интенсивность дыхания и тепловыделения плодов и овощей и тем самым увеличить продолжительность их хранения, уменьшить потери.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – изучить процесс дыхания тропических и субтропических плодов в зависимости от условий их холодильной обработки.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Работа заключается в определении интенсивности дыхания тропических и субтропических плодов, хранившихся при разных температурах. Выполняется фронтальным методом четырьмя группами студентов по два–четыре человека. Группы работают с разными плодами: бананами, апельсинами, киви, хурмой. Температура хранения плодов: $t_1 = 20 \div 25 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_2 = 6 \div 8 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_3 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_4 = -2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Первая группа работает с бананами, вторая – с апельсинами, третья – с киви, четвертая – с хурмой.

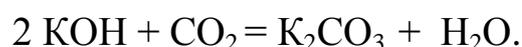
МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Определение интенсивности дыхания производят различными методами, среди которых широкое распространение получило поглощение выделяющегося при дыхании диоксида углерода раствором щелочи.

Количество поглощенного диоксида углерода определяют или по изменению электропроводности, или по возрастанию массы сосуда со щелочью, или, как в данной работе, титрованием.

Экспериментальная установка представляет собой эксикатор с отверстием в крышке, в которое вставляют трубку с натронной известью. Определяемое количество исследуемых плодов помещают на решетке в верхнюю горловину эксикатора, на дно которого предварительно устанавливают открытую чашку Петри с 0,2 н. раствором КОН.

Выделяемый при дыхании плодов диоксид углерода поглощается щелочью с образованием соли



Вследствие поглощения щелочью диоксида углерода в эксикаторе создается разрежение, наружный воздух поступает в эксикатор, однако, проходя через трубку с натронной известью, он освобождается от содержащейся в нем углекислоты.

К концу эксперимента в чашке Петри будет находиться смесь из образовавшейся соли и некоторого количества непрореагировавшей щелочи. Титрование этой смеси производят 0,1 н. раствором HCl. При этом K_2CO_3 реагирует с HCl в две стадии:

- 1) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{KHCO}_3 + \text{KCl}$;
- 2) $\text{KHCO}_3 + \text{HCl} = \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{KCl}$.

В соответствии с этим кривая титрования имеет две точки эквивалентности.

В первой стадии реакция pH изменяется от 4,6 до 8,3. Если до начала титрования к раствору K_2CO_3 прибавить фенолфталеин, то раствор приобретает красную окраску. При переходе через точку эквивалентности, соответствующую образованию KHCO_3 , раствор обесцвечивается. Если прибавить к этому раствору индикатор метиловый оранжевый, то раствор окрасится в желтый цвет. При дальнейшем прибавлении HCl, когда весь KHCO_3 окажется превращенным в свободную H_2CO_3 , желтая окраска раствора перейдет в розово-красную. Поэтому считают, что с фенолфталеином оттитровываются избыток КОН, не пошедший на связывание CO_2 , и половина K_2CO_3 , а с метилоранжем дотитровывается вторая половина K_2CO_3 . Исходя из этого положения, производят расчет выделившегося CO_2 .

Интенсивность дыхания определяют по следующей формуле, мг CO₂/(кг·ч):

$$I = \frac{2(a-b) k \cdot 2,2}{(\tau_2 - \tau_1) G}, \quad (5)$$

где a – общее число миллилитров, пошедшее на титрование 20 мл 0,2 н. раствором КОН; b – число миллилитров 1 н. раствора HCl, пошедшее на титрование 20 мл 0,2 н. раствором КОН в присутствии фенолфталеина; $2(a-b)$ – число миллилитров 0,1 н. раствора HCl, пошедшее на титрование K₂CO₃; 2,2 – коэффициент пересчета объема соляной кислоты, затраченной на титрование (1 мл 0,1 н. раствора HCl соответствует 2,2 мг CO₂); τ_1 – время начала опыта, ч; τ_2 – время окончания опыта, ч; G – масса исследуемого продукта, кг.

Материалы и реактивы

1. Плоды: бананы, апельсины, киви, хурма.
2. 0,2 н. раствор КОН.
3. 0,1 н. раствор HCl.
4. Индикаторы – фенолфталеин и метиловый оранжевый.

Приборы и посуда

Холодильный шкаф с температурой 6–8 °С	1
Холодильные прилавки с температурами 0 и –2 °С	2
Весы технические	1
Эксикатор с решеткой и отверстием, в которое вставлена трубка с натронной известью (по четыре для каждой группы)	16
Чашка Петри	16
Бюретка для титрования	4
Пипетка на 10 мл	4
Коническая колба вместимостью 10 мл	16

Подготовка к работе (готовит лаборант)

Плоды, подлежащие исследованию, выдерживают в течение недели при соответствующих температурах.

В течение суток до проведения лабораторной работы плоды выдерживают при комнатной температуре 20 °С.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В четыре чашки Петри пипеткой наливают по 10 мл 0,2 н. раствора КОН, устанавливают их в четыре эксикатора.

2. Отвешивают плоды массой приблизительно 0,5 кг. Плоды очищают от кожицы. Для интенсификации процесса дыхания можно разрезать плоды на четыре части.

3. В каждый эксикатор на решетку помещают подготовленные плоды, после чего эксикаторы быстро закрывают крышкой. Эти операции необходимо выполнять быстро и аккуратно, чтобы плоды не лежали на столе.

4. Отмечают время начала опыта закладки плодов в эксикаторы τ_1 .

5. Один эксикатор (например, с бананами) оставляют при комнатной температуре $t_1 = 20 \div 25$ °С, второй, третий и четвертый – помещают в холодильный шкаф или холодильный прилавок с температурами $t_2 = 6 \div 8$ °С, $t_3 = 0$ °С и $t_4 = -2$ °С.

6. Через 1,5 ч вынимают из эксикаторов чашки Петри с раствором щелочи и сразу закрывают их крышками.

7. Отмечают время окончания опыта τ_2 .

8. Производят титрование раствора щелочи 0,1 н. раствором НСl. Для этого раствор щелочи из чашки Петри переливают в коническую колбу, добавляют четыре-пять капель фенолфталеина. Титруют кислотой до обесцвечивания. Отмечают количество (в миллилитрах) НСl, пошедшее на титрование b . Затем в ту же колбу добавляют одну-две капли метилоранжа и титруют той же кислотой до изменения желтой окраски на розово-красную. Отмечают общее количество (в миллилитрах) НСl, пошедшее на титрование a . Полученные данные заносят в табл. 1.

9. Проводят расчет интенсивности дыхания, высвобождающейся энергии и температурного коэффициента.

1) по формуле (5) вычисляют интенсивность дыхания исследуемого продукта при t_1 , t_2 , t_3 и t_4 ;

2) по формуле (1) вычисляют температурный коэффициент Q_{10} ;

3) по формуле (4) определяют величину интенсивности высвобождения энергии в процессе дыхания продукта при t_1 , t_2 , t_3 и t_4 ;

4) расчетные данные заносят в табл. 1.

Таблица 1

Интенсивность дыхания.....
(наименование продукта)

Температура хранения, °С	Время начала и окончания опыта, ч		Количество HCl, пошедшее на титрование, мл		Интенсивность дыхания I , мг CO ₂ / (кг·ч)	Температурный коэффициент Q ₁₀	Интенсивность высвобождающейся энергии P_t , кДж/(кг·ч)
	τ_1	τ_2	a	b			

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Обработка результатов лабораторной работы заключается в сопоставлении и анализе опытных данных, полученных всеми группами студентов. Составляют обобщенную табл. 2.

Таблица 2

Сводная таблица результатов

Температура хранения, °С	Бананы			Апельсины			Киви			Хурма		
	I	Q ₁₀	P_t	I	Q ₁₀	P_t	I	Q ₁₀	P_t	I	Q ₁₀	P_t
20–25												
6–8												
0												
-2												

По результатам работы строят графики зависимости $I = f(t)$ и $P_t = f(t)$, линеаризуют, определяют погрешность измерения.

ВЫВОДЫ

По результатам работы делают выводы о влиянии температуры хранения на интенсивность дыхания.

ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

Отчет о работе должны содержать:

1. Цель работы.
2. Краткие теоретические положения.
3. Порядок проведения работы.
4. Опытные данные и их объяснение.
5. Выводы.
6. Графики, иллюстрирующие результаты работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Головкин Н.А.** Холодильная технология пищевых продуктов: Учеб. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 271 с.
2. **Кретович В.Л.** Биохимия растений. – М.: Высш. шк., 1980. – 444 с.
3. **Василинец И.М., Колодязная В.С.** Методы исследования свойств сырья и продуктов питания. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 151 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
ЦЕЛЬ РАБОТЫ	9
СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....	9
МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА.....	9
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	12
ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ.....	13
ВЫВОДЫ.....	13
ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ.....	14
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	14

Колодязная Валентина Степановна
Кипрушкина Елена Ивановна
Кременевская Марьяна Игоревна

**ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ
И ПЕРЕРАБОТКИ
ТРОПИЧЕСКИХ
И СУБТРОПИЧЕСКИХ ПЛОДОВ
(факультативный курс)**

Методические указания
к лабораторной работе № 2
«Определение дыхания тропических
и субтропических плодов»
для студентов специальности 270800

Редактор
Е.О. Трусова

Корректор
Н.И. Михайлова

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Подписано в печать 7.09.2005. Формат 60×84 1/16
Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,93. Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,81
Тираж 000 экз. Заказ № С 76

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9