Л. В. МЕТЛИЦКИЙ
Доктор с.-х. наук

ЦИТРУСОВЫЕ ПЛОДЫ

ПИЩЕПРОМИЗДАТ
Москва · 1955

В книге описаны: химический состав различных сортов цитрусовых плодов; дыхательный газообмен и его роль в устойчивости плодов к функциональным и паразитарным заболеваниям; физиолого-химические изменения, происходящие в плодах при созревании и хранении; организация уборки урожая; меры борьбы с микроорганизмами, поражающими цитрусовые плоды при хранении; сортировка, калибровка и упаковка плодов; режим хранения в зависимости от физиологического состояния плодов. Кроме того, излагаются условия транспортировки плодов железнодорожным и водным путем.

Спецредактор проф. *Б. А. РУБИН.*

ВВЕДЕНИЕ

Культура цитрусовых, известная человечеству еще с древнейших времен, получила наиболее широкое распространение только в настоящем столетии.

Это обусловлено тем, что цитрусовые плоды характеризуются не только отличным вкусом, но и богаты минеральными солями, органическими кислотами и витаминами, важное значение которых для организма человека установлено лишь в конце XIX века.

Авторы ряда книг по культуре цитрусовых при изложении истории отечественного цитрусоводства обычно ссылаются на исследования известного грузинского географа Вахушти, жившего в конце XVII столетия, в работах которого было указано на произрастание цитрусовых в Батумском районе.

Имеются, однако, данные, свидетельствующие о том, что культура цитрусовых на Черноморском побережье Кавказа была известна значительно раньше. Согласно, например, исследованиям Н. Н. Кецховели, в различных материалах, относящихся к XI—XII векам, упоминается о распространении цитрусовых в Западной Грузии [17].

Тем не менее до Великой Октябрьской социалистической революции выращивание цитрусовых на Черноморском побережье Кавказа не выходило за пределы чисто любительского дела. Вся площадь под цитрусовыми насаждениями составляла всего около 170 *га*, которые были разбросаны по многочисленным усадьбам, главным образом помещиков и чиновников.

Усилия практиков-плодоводов и видных русских ученых по промышленному освоению культуры цитрусовых не находили поддержки со стороны царского правительства, которое предпочитало завозить цитрусовые плоды из-за границы.

Только после Великой Октябрьской социалистической революции, вместе с социалистической реконструкцией всего народного хозяйства, стала развиваться в нашей стране и промышленная культура цитрусовых.

Созданы крупные специализированные совхозы по выращиванию цитрусовых; организована сеть исследовательских учреждений для научной разработки важнейших вопросов, направленных на создание промышленной культуры цитрусовых в СССР; колхозам и колхозникам оказана большая материальная помощь для закладки цитрусовых насаждений.

Необходимо иметь в виду, что в СССР из-за климатических условий выращивание цитрусовых в открытом грунте ограничено сравнительно небольшим районом Черноморского побережья Кавказа — Абхазия, Аджария и Махарадзенский район Восточной Грузии. Однако и в этих пунктах климатические условия для развития цитрусовых более суровы по сравнению с климатическими условиями других стран, выращивающих цитрусовые.

Часто наблюдающиеся на Черноморском побережье Кавказа морозы вызывают в отдельные годы частичную гибель цитрусовых насаждений. Серьезные повреждения цитрусовых насаждений были отмечены в зиму 1928/1929 г., 1939/1940 г. и особенно в небывало суровую зиму 1949/1950 г. В таких случаях приходится наряду с закладкой новых насаждений периодически восстанавливать поврежденные, что связано с затратой больших усилий и средств.

Несмотря на все эти трудности, цитрусоводство в нашей стране продолжает успешно развиваться.

Наряду с развитием отечественного цитрусоводства в СССР завозится большое количество цитрусовых плодов из других стран. В настоящее время завоз этих плодов осуществляется даже в бо́льших размерах, чем в дореволюционное время.

С созданием промышленной культуры цитрусовых весьма важное значение приобретает рациональная организация работ по уборке урожая и товарной обработке плодов — сортировке, калибровке и упаковке, а также их транспортировке и хранению.

За истекшие годы в этой области советскими учеными и производственниками успешно решен ряд важных теоретических и практических вопросов. Построены специальные предприятия, по праву называемые плодопаковочными заводами; при этом механизирована одна из наиболее трудоемких операций в плодоводстве — товарная обработка плодов.

Однако многие вопросы еще остаются нерешенными, в результате чего потери при транспортировке и хранении цитрусовых достигают больших размеров; кроме того, не удалось увеличить и сроки хранения плодов. Например, хранение апельсинов и лимонов, являющихся более лежкими, чем мандарины, обычно ограничено двумя-тремя месяцами.

Между тем, в силу специфических особенностей советского цитрусоводства, рациональное использование урожая цитрусовых может быть достигнуто лишь на базе длительного хранения плодов. Достаточно указать, что в связи с климатическими условиями уборка всего урожая цитрусовых должна быть завершена в течение крайне непродолжительного срока, едва достигающего 50 дней.

В этом отношении условия использования урожая цитрусовых в СССР коренным образом отличаются от условий использования его в других странах, выращивающих цитрусовые, и, в частности в США, где климатические условия позволяют уби-

рать цитрусовые на протяжении 9—10 месяцев в году, а в Калифорнии даже в течение всего года.

Вследствие необходимости разработки системы эффективных, научно обоснованных мероприятий, которые обеспечили бы возможность сокращения потерь на всех этапах реализации урожая цитрусовых, а также удлинения сроков хранения плодов, рядом научно-исследовательских учреждений (Институт защиты растений Академии наук Грузинской ССР, Институт биохимии имени А. Н. Баха, Всесоюзный научно-исследовательский институт консервной промышленности и Институт народного хозяйства имени Г. В. Плеханова) были проведены многочисленные исследования, охватившие широкий круг вопросов, многие из которых удалось решить за сравнительно короткий срок.

В данной книге в основном изложены материалы, полученные в результате экспериментальных исследований, проведенных автором во Всесоюзном научно-исследовательском институте консервной промышленности в тесном содружестве с Грузинским трестом консервной промышленности, а также материалы других исследователей и опыт новаторов производства.

Известно, что и после уборки в плодах протекают сложные биохимические процессы. Несмотря на утрату плодами связи с материнским растением, процессы, происходящие в них, в значительной мере являются продолжением процессов, начавшихся еще во время вегетации, и теснейшим образом связаны со всей предшествующей историей растительного организма, то есть его филогенезом, и теми свойствами, которые возникают в плодах во время онтогенеза.

Именно поэтому нет и не может быть единых методов уборки, товарной обработки и хранения для всех видов плодов. Эти методы должны быть строго дифференцированы в зависимости от вида, сорта и физиологического состояния плодов. В основе методов должно лежать максимальное использование присущих плодам естественных свойств устойчивости и сопротивляемости как по отношению к микроорганизмам, так и функциональным расстройствам.

В связи с изложенным в настоящей книге основное внимание сосредоточено на следующих вопросах:

1) физиолого-химических особенностях, присущих цитрусовым плодам, определяемых их природными свойствами и лежащих в основе устойчивости плодов, с целью обоснования практических рекомендаций, касающихся отбора для обеспечения длительного хранения наиболее лежких плодов в зависимости от вида, сорта и района произрастания;

2) взаимосвязи между устойчивостью плодов в процессе хранения и особенностями обмена веществ, сложившимися в процессе развития плодов, для обоснования наиболее рациональных сроков уборки плодов, а также порядка их использования в зависимости от исходной зрелости;

3) значении факторов внешней среды и отдельных технических приемов товарной обработки плодов для наиболее полного сохранения пищевкусовых достоинств плодов и присущих последним свойств устойчивости по отношению к микроорганизмам и функциональным расстройствам.

Экспериментальные исследования проводились нами совместно с канд. с.-х. наук В. М. Цехомской при участии А. И. Ромащева, Е. В. Романенко и М. З. Покровской.

Весьма ценные советы и указания на протяжении всей работы были получены от проф. Б. А. Рубина.

Большую помощь при постановке производственных опытов оказали И. А. Циклаури, Д. Г. Элиава, П. Б. Рожь и М. А. Асриева.

При подготовке рукописи к печати учтены весьма ценные указания действительного члена Академии наук Грузинской ССР проф. Л. А. Канчавели, проф. Л. И. Джапаридзе, канд. биол. наук Н. Н. Чантурия, доцента Е. Ш. Эристави и инженера Г. Ш. Месхишвили.

Пользуюсь возможностью выразить им свою глубокую благодарность.

ГЛАВА I

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Пищевая и диетическая ценность плодов, как и других продуктов питания, определяется количественным и качественным составом содержащихся в них органических и минеральных веществ. Этим обусловливаются также и технологические качества плодов — пригодность их для той или иной промышленной переработки.

Большая часть соединений, входящих в состав тканей, принадлежит к числу запасных веществ, которые откладываются в плодах в период вегетации благодаря фотосинтетической деятельности листьев и всасывающей способности корней. Эти вещества легко подвергаются разнообразным изменениям вследствие большого содержания в тканях плодов воды и высокой активности ферментов.

За счет запасных веществ поддерживается жизнь плодов и после снятия их с материнского растения, так как все эти вещества в той или иной мере участвуют в дыхательном газообмене и высвобождающаяся при дыхании энергия используется для поддержания нормального состояния тканей и структуры протоплазмы.

Отсюда понятен большой интерес, проявляемый многими исследователями, к изучению химического состава всех плодов и в том числе цитрусовых.

Вопрос о химическом составе цитрусовых плодов широко освещен в литературе. Довольно обстоятельная сводка по отечественным и зарубежным работам дана в монографиях Ф. В. Церевитинова [62, 63] и С. О. Гребинского [7]. За последние годы литература по химическому составу цитрусовых плодов пополнилась новыми данными. Следует отметить работы Е. П. Котиди [24] о химической природе веществ, вызывающих появление горького вкуса при переработке мандаринов, Н. М. Геурковой [6] о качественном составе эфирных масел цитрусовых плодов, Л. В. Метлицкого и В. М. Цехомской [37] о химическом составе основных видов цитрусовых плодов Грузинской ССР.

В результате проведенных исследований были выявлены важнейшие особенности химического состава отечественных цитрусовых плодов. Полученные данные оказались весьма ценными

при решении ряда практических вопросов по промышленному использованию цитрусовых.

Особенности химического состава цитрусовых плодов в значительной мере связаны с анатомическим строением их тканей.

Наружный слой кожуры (эпидермис) состоит из клеток с сильно кутинизированными стенками. Здесь же расположены устьица, число которых сильно изменяется в зависимости от вида и сорта цитрусовых. Под наружным слоем кожуры находятся тонкостенные клетки, богатые хромопластами (гиподермис), за которыми следует третий слой клеток, еще более богатых хромопластами и содержащих эфиромасличные железы (наружный мезокарпий).

Все три перечисленные ткани — эпидермис, гиподермис и наружный мезокарпий—составляют окрашенную часть кожуры — флаведо, известную под названием цедры.

Таблица 1

Соотношение между кожурой и плодовой мякотью в зависимости от вида цитрусовых и размера плодов

Размер плода по наибольшему поперечному диаметру в *мм*	Вес плода в *г*			Вес плода в %	
	кожура	мякоть	общий вес	кожура	мякоть
Мандарины сорта Уншиу					
Более 70	35	92	127	28	72
От 70 до 65	28	79	107	26	74
„ 65 „ 60	22	68	90	25	75
„ 60 „ 54	19	60	79	24	76
„ 54 „ 48	15	46	61	24	76
„ 48 „ 42	11	39	50	22	78
Апельсины сорта Местный					
Более 77	60	152	212	28	72
От 77 до 71	45	140	185	24	76
„ 71 „ 63	34	111	145	23	77
„ 63 „ 55	29	77	106	27	73
„ 55 „ 50	23	57	80	28	72
Лимоны сорта Новогрузинский					
От 60 до 51	36	58	94	38	62
„ 51 „ 45	32	47	79	40	60
„ 45 „ 42	23	32	55	42	58
Лимоны сорта Мейер					
От 70 до 60	40	107	147	27	73
„ 60 „ 51	27	67	94	28	72
„ 51 „ 45	23	49	72	33	67

Клетки, расположенные под наружным мезокарпием (внутренний мезокарпий), почти лишенные хромопластов, составляют неокрашенную часть кожуры, называемую альбедо.

По нашим наблюдениям, соотношение между флаведо и альбедо характеризуется следующими данными (в % к общему весу кожуры).

	Флаведо	Альбедо
Мандарины сорта Уншиу	45	55
Апельсины сорта Местный	28	72
Лимоны сорта Новогрузинский	25	75

Плодовая мякоть в виде отдельных долек заключена в пленчатую оболочку. Дольки состоят из большого количества тонкостенных клеток, богатых соком и содержащих также очень мелкие хромопласты. Дольки отделены друг от друга тонкими перегородками, которые представляют собой выросты мезокарпия, проникающие между дольками и соединяющиеся с такой же тканью, проходящей по оси плода.

Соотношение между кожурой и мякотью неодинаково у различных видов цитрусовых. В целом же удельный вес кожуры у всех цитрусовых плодов очень велик, что видно из следующих данных, относящихся к свежеубранным плодам (табл. 1).

ОСНОВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ ТКАНЕЙ ВАЖНЕЙШИХ ВИДОВ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Основной по весу составной частью всех цитрусовых плодов является вода, содержание которой в среднем составляет 76% к весу кожуры и 88% к весу плодовой мякоти.

Сухие вещества представляют собой преимущественно безазотистые соединения. Азотистых соединений содержится лишь около 1% к весу сырых плодов.

Высокое содержание воды в тканях плодов обусловливает легкую их уязвимость микроорганизмами, а низкое содержание белков, составляющих наиболее гидрофильную часть клеточных коллоидов,— слабую водоудерживающую способность тканей и их подверженность увяданию. В этом отношении цитрусовые мало отличаются от подавляющего большинства других плодов. Одной из особенностей химического состава цитрусовых является наличие в их тканях большого количества веществ, различных по химической природе, вкусовым свойствам и физиологическому действию. В состав цитрусовых входят различные формы сахаров, пектиновых веществ, витамины, минеральные соли, кислоты, эфирные масла и глюкозиды.

Многие из веществ, содержащихся в цитрусовых, строго локализованы по отдельным тканям плодов — это вторая важная осо-

бенность химического состава цитрусовых. Например, кислоты в основном сосредоточены в плодовой мякоти и почти не содержатся в кожуре. Эфирные масла и глюкозиды, наоборот, полностью сосредоточены в кожуре и семенах. Благодаря такой локализации плодовая мякоть, несмотря на наличие в цитрусовых значительного количества эфирных масел и глюкозидов, не обладает горьким вкусом. Кроме того, это дает возможность рационально использовать все части плода для получения ряда ценных продуктов.

К третьей особенности химического состава цитрусовых относится то, что в тканях этих плодов не содержится крахмала. Известно, что при послеуборочном дозревании плодов, содержащих крахмал (яблоки), заметно возрастает их сахаристость, так как крахмал по мере созревания плодов превращается в сахар. Цитрусовые лишены этого основного субстрата — крахмала, за счет которого возрастает сахаристость плодов в процессе послеуборочного дозревания. Поэтому при искусственном дозревании и хранении цитрусовых содержание сахаров в их тканях, если и возрастает, то в ничтожно малых размерах.

По зарубежным данным, из всех плодов цитрусовых наиболее высоким содержанием сахара характеризуются апельсины. В условиях советских субтропиков апельсины из-за погодных условий приходится убирать недозрелыми, когда в плодах еще не заканчивается процесс накопления сахаров, поэтому по сахаристости они часто уступают мандаринам, которые успевают полностью созреть.

Литературные данные о содержании сахаров в кавказских мандаринах довольно разноречивы. Согласно данным Ф. В. Церевитинова и В. А. Реутова [61], содержание сахаров в мандаринах колеблется в пределах 2,87—4,60%, а по данным Н. П. Оноховой [41], 7,80—10,96%; такие разноречивые данные объясняются сильной изменчивостью цитрусовых растений под влиянием условий внешней среды. Так, согласно многолетним наблюдениям А. И. Лусса [29], под влиянием таких факторов, как направление склона, степень загущенности деревьев и др., изменяются размер и форма плодов, толщина и плотность кожуры, вкус мякоти. Даже на одном дереве химический состав цитрусовых плодов сильно колеблется в зависимости от места их расположения в кроне. Об этом свидетельствуют данные (рис. 1), характеризующие содержание растворимых сухих веществ и витамина в апельсинах сорта Валенсия в зависимости от места нахождения их на дереве [89].

Однако это обстоятельство не всегда учитывается, в результате чего данные некоторых авторов о химическом составе плодов справедливы лишь в отношении частного исследованного образца, но не являются характерными в целом для плодов того или иного вида, сорта или района произрастания.

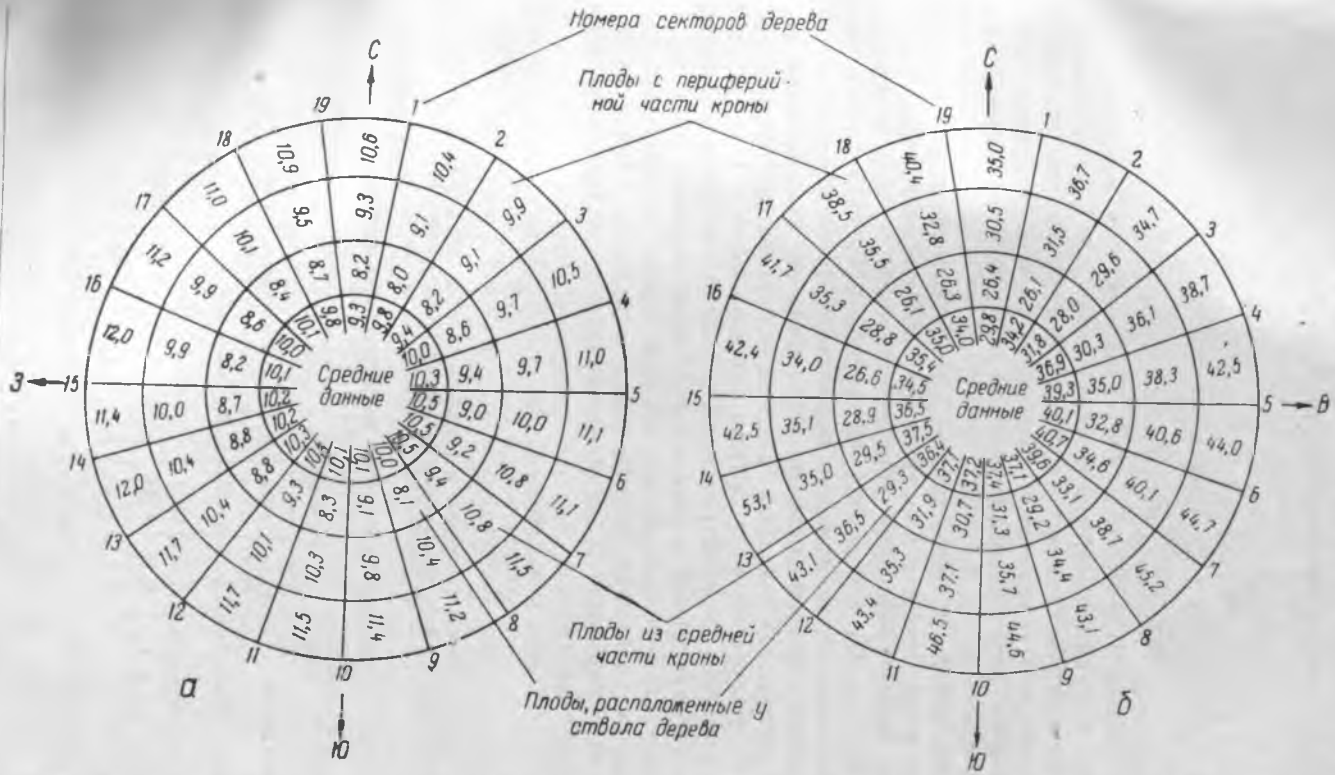

Рис. 1. Зависимость химического состава апельсинов сорта Валенсия от места нахождения их на дереве (по Сайтсу и Райтцу):

а – содержание растворимых сухих веществ (в % к сырому весу плодов); *б* – содержание витамина С (в *мг*%).

Для получения более точных сведений о химическом составе цитрусовых плодов необходимо прежде всего подобрать типичные для данного сорта деревья, так как наиболее распространенные у нас сорта цитрусовых состоят из многих популяций. Нужно, чтобы проба, отбираемая для анализа, состояла из плодов, снятых с различных мест кроны. Наконец, особенно важно, чтобы в состав пробы вошли плоды определенной и одинаковой степени зрелости.

Материалы, относящиеся к степени зрелости плодов, более подробно будут рассмотрены ниже. Отметим лишь, что публикуемые в литературе сведения о сравнительно низком содержании в отечественных мандаринах и апельсинах сахаров являются чаще всего результатом анализа плодов, не достигших еще нормальной степени зрелости.

Чтобы получить более полное представление о содержании тех или иных веществ в цитрусовых, рассмотрим прежде всего данные, характеризующие химический состав плодов основных видов цитрусовых в условиях Аджарской АССР. Плоды анализировались нами по достижении нормальной в условиях советских субтропиков съемной зрелости: мандарины по приобретении кожурой оранжевой окраски, апельсины — светлооранжевой, лимоны — светлозеленой (с легким пожелтением). Исследованы плоды наиболее распространенных сортов: мандарины — Уншиу, апельсины — Местный и лимоны — Новогрузинский.

В результате наших трехлетних наблюдений установлено, что содержание сахаров в мякоти различных видов плодов цитрусовых из Аджарской АССР характеризуется следующими средними данными (в %):

Мандарины 6,7
Апельсины 5,7
Лимоны 2,0

По содержанию сахаров в кожуре плоды всех видов цитрусовых почти не отличаются между собой (табл. 2).

Таблица 2

Содержание сахаров в цитрусовых плодах
(в среднем в %)[1]

Виды плодов	Мякоть				Кожура			
	фруктоза	глюкоза	сахароза	всего сахара	фруктоза	глюкоза	сахароза	всего сахара
Мандарины сорта Уншиу	1,48	0,66	4,53	6,67	3,36	2,91	1,19	7,46
Апельсины сорта Местный	1,32	1,13	3,24	5,69	3,19	3,43	1,31	7,93
Лимоны сорта Новогрузинский . . .	0,52	0,63	0,89	2,04	0,75	3,83	1,90	6,48

[1] В этой, как и во всех последующих таблицах, данные по химическому составу относятся к сырому весу

Из табл. 2 видно, что у всех цитрусовых общее содержание сахаров в кожуре выше, чем в мякоти. Различен и состав сахаров. В кожуре преобладают моносахара, в мякоти—дисахара. Из всех сахаров, содержащихся в кожуре мандаринов и апельсинов, моносахара составляют более 80%, а в кожуре лимонов — около 70%. В мякоти мандаринов содержится 30% моносахаров, в мякоти апельсинов — 40%, и лишь в лимонах количество моносахаров несколько превышает содержание дисахаров.

Моносахара как в кожуре, так и в мякоти всех цитрусовых плодов состоят почти из равных частей фруктозы и глюкозы, и лишь в кожуре лимонов большая часть моноз представлена глюкозой (см. табл. 15).

Такого же рода данные о соотношении различных форм сахаров в плодах цитрусовых были получены и Н. П. Оноховой [41] при исследовании химического состава плодовой мякоти цитрусовых в условиях Абхазской АССР.

Так, для различных сортов мандаринов, апельсинов и лимонов ею получены следующие средние показатели содержания глюкозы и фруктозы в %.

	Глюкоза	Фруктоза
Мандарины	1,06	1,78
Апельсины	1,59	1,88
Лимоны	0,83	0,60

В разные годы сахаристость плодов заметно колеблется. Однако отмеченная закономерность в распределении сахаров по отдельным тканям остается почти постоянной. Об этом свидетельствуют данные табл. 3, характеризующие пределы колебаний по годам в содержании сахаров в плодах, выращенных в одном районе Аджарской АССР и убранных в одинаковой степени зрелости.

Таблица 3

Пределы колебаний в содержании сахаров в цитрусовых плодах по годам (1947—1949) в %

Виды плодов	Мякоть		Кожура	
	инвертный сахар	сахароза	инвертный сахар	сахароза
Мандарины сорта Уншиу	2,07—2,38	4,39—5,46	5,97—6,46	1,09—1,83
Апельсины сорта Местный	2,24—2,82	2,85—3,59	6,24—7,00	0,66—1,73
Лимоны сорта Новогрузинский	0,57—1,88	0,80—1,00	4,40—4,69	1,01—1,65

Цитрусовые плоды богаты пектиновыми веществами. Последние почти полностью сосредоточены в кожуре, причем главным образом в тканях альбедо. Различен состав пектиновых веществ

в отдельных тканях плодов. В альбедо и флаведо содержится преимущественно протопектин, а в мякоти водорастворимый пектин. Такое распределение пектиновых веществ по отдельным тканям характерно для всех цитрусовых плодов (табл. 4).

Таблица 4

Содержание пектиновых веществ в цитрусовых плодах
(в % в пересчете на пектат кальция)

Виды плодов	Водорастворимый пектин	Протопектин	Общее содержание пектина
Мандарины сорта Уншиу			
Флаведо	0,34	1,89	2,23
Альбедо	2,15	3,09	5,24
Мякоть	0,44	0,21	0,65
Апельсины сорта Местный			
Флаведо	0,46	3,63	4,09
Альбедо	1,07	4,07	5,14
Мякоть	0,54	0,39	0,93
Лимоны сорта Новогрузинский			
Флаведо	1,02	4,75	5,77
Альбедо	1,39	6,12	7,51
Мякоть	0,80	0,32	1,12

Плоды отдельных видов цитрусовых различаются главным образом по содержанию протопектина. Больше всего протопектина в кожуре лимонов и значительно меньше в кожуре мандаринов.

Благодаря высокому содержанию пектиновых веществ цитрусовые плоды могут быть использованы не только для производства таких продуктов, как желе и мармелад, но и для получения пектина.

Известно, что ценность того или иного вида сырья для получения пектина определяется не только количеством, но и качеством пектиновых веществ.

По данным П. П. Захарова [12], желирующая способность пектина апельсинов выше, чем яблок, которые являются в настоящее время основным видом сырья для получения пектина; желирующая способность пектина мандаринов несколько ниже, но также достаточно высокая.

В кожуре плодов сосредоточена и большая часть клетчатки, по количеству которой отдельные виды цитрусовых почти не различаются между собой, что видно из следующих данных в %.

	Кожура	Мякоть
Мандарины сорта Уншиу	3,53	0,34
Апельсины сорта Местный	3,49	0,47
Лимоны сорта Новогрузинский	4,44	0,52

В отличие от углеводов (сахара, пектиновые вещества, клетчатка), содержание которых выше в кожуре, органические кислоты, наоборот, сосредоточены почти полностью в тканях плодовой мякоти. В кожуре всех цитрусовых плодов содержание кислот невелико и примерно одинаково (0,2—0,3%), а в мякоти содержание кислот колеблется от 1% (мандарины) до 5,6% и более (лимоны). Это видно из табл. 5, характеризующей содержание кислот в плодах, убранных в момент съемной зрелости.

Таблица 5

Пределы колебаний в содержании кислот в цитрусовых плодах по годам (1947—1949)

(в % на лимонную кислоту)

Виды плодов	Мякоть		Кожура	
	пределы колебаний по годам	среднее	пределы колебаний по годам	среднее
Мандарины сорта Уншиу	0,95—1,00	0,98	0,21—0,28	0,22
Апельсины сорта Местный	1,15—1,49	1,43	0,16—0,31	0,22
Лимоны сорта Новогрузинский	5,28—5,88	5,57	0,24—0,32	0,28

По мнению всех авторов, занимавшихся исследованием химического состава цитрусовых плодов, содержащиеся в них кислоты практически представлены лимонной кислотой.

По данным Местра [86], лимонная кислота апельсинов представлена в среднем свободной лимонной кислотой — 50%, калиевой солью лимонной кислоты — 40% и кальциевой солью той же кислоты — 10%.

Вкус цитрусовых плодов зависит не только от общего содержания кислот и сахаров, но и от отношения сахара к кислоте, так называемого сахаро-кислотного коэффициента. Например, в процессе хранения мандарины и апельсины становятся более сладкими, хотя содержание сахаров не возрастает. Объясняется это уменьшением содержания кислот, в результате чего возрастает величина сахаро-кислотного коэффициента.

Важной особенностью химического состава цитрусовых плодов является высокое содержание в них эфирных масел. Последние сосредоточены полностью во флаведо, благодаря чему кожура всех цитрусовых плодов является ценным источником сырья для получения эфирных масел. В альбедо и мякоти содержатся лишь следы эфирных масел.

По количественному содержанию эфирных масел отдельные виды цитрусовых сильно различаются между собой. Согласно нашим наблюдениям, кожура апельсинов в два раза богаче эфирными маслами, чем кожура мандаринов.

Содержание эфирных масел в различных плодах цитрусовых характеризуется следующими показателями (в % к весу флаведо и целых плодов).

	Флаведо	Плод
Мандарины сорта Уншиу	1,2	0,23
Апельсины сорта Местный	2,4	0,24
Лимоны сорта Новогрузинский . . .	2,0	0,31

В связи с широким использованием кожуры цитрусовых для получения эфирных масел качественный состав последних, а также методы их извлечения из тканей плодов изучены довольно подробно. Некоторые данные из последних работ, проведенных Н. М. Геурковой [6] в Грузинском сельскохозяйственном институте, представлены в табл. 6.

Таблица 6

Некоторые физико-химические константы эфирных масел цитрусовых плодов

(по Н. М. Геурковой)

Виды масел	Кислотное число	Эфирное число	Эфирное число после ацетилирования	Растворимость в 95° спирте
Мандариновое . . .	0,46	2,6	5,0	1 :4,5
Апельсиновое . . .	0,47	2,9	10,4	1 :1,3
Лимонное	1,57	3,88	14,82	1 :0,8

Наряду с высоким содержанием эфирных масел цитрусовые отличаются от большинства других плодов также высоким содержанием различных глюкозидов.

Глюкозидами называются особые вещества, которые под воздействием ферментов или при кипячении распадаются на сахар, чаще всего на глюкозу и какое-либо другое органическое соединение. Некоторые из глюкозидов обладают сильно выраженным горьким вкусом. Тем не менее, лишь отдельные виды цитрусовых плодов, как например плоды пампельмуса, характеризуются неприятным горьким вкусом. Свежие мандарины, апельсины и лимоны не обладают горьким вкусом, но нередко приобретают его при термической обработке, а также после размораживания плодов.

Долгое время химическая природа веществ, обусловливающих появление горечи при переработке мандаринов, оставалась неизученной. С точки зрения А. Т. Марха и А. Л. Фельдмана [31], появление горечи при переработке мандаринов обусловлено нарингином. Однако исследования Е. П. Котиди показали, что нарингин, содержащийся в пампельмусах и цитронах, отсутству-

ет в мандаринах. Появление же горечи при переработке последних связано с наличием лимонина, который, как и другие глюкозиды, сосредоточен в кожуре, пленках и семенах. По данным Е. П. Котиди, содержание лимонина в различных частях мандаринов характеризуется следующими показателями (в %):

Альбедо	0,0018
Пленка	0,0025
Семена	0,1

В соке и оболочке семян лимонин не обнаружен.

Лимонин не обладает горьким вкусом; горький вкус он приобретает при соединении с кислотами. Поскольку лимонин сосредоточен в тех частях плода, которые не содержат или содержат очень мало кислот, в свежих плодах горечь не ощущается. При переработке плодов лимонин, вследствие разрушения клеток, вступает в контакт с лимонной кислотой мякоти, в результате чего и образуется горький вкус. Этим же объясняется горький вкус порченых и подмороженных плодов.

Из других глюкозидов, содержащихся в цитрусовых плодах, следует отметить гесперидин.

Последний обладает свойствами витамина Р, отсутствие которого в пище вызывает повышение проницаемости кровеносных сосудов. Некоторые формы цынги, не излечиваемые витамином С, быстро излечивались при применении пищи, богатой витамином Р. Все исследователи пришли к единому выводу, что витамин Р усиливает биологическую активность витамина С. Установлено также, что все цитрусовые плоды являются богатым источником витамина Р. Из плодов лимона и был впервые получен витамин Р в виде препарата цитрина, состоящего из ряда веществ производных флавонов и главным образом гесперидина [54].

Богатство тканей цитрусовых веществами, обладающими свойствами витамина Р при одновременном высоком содержании витамина С, и обусловливает очень важное антицынготное значение цитрусовых плодов.

Вследствие оранжевой окраски мандаринов и апельсинов можно предположить, что цитрусовые богаты каротином. В действительности же содержание каротина в них невелико. Оранжевая окраска обусловлена главным образом наличием крипоксантина.

Полученные нами данные о содержании витаминов в различных плодах цитрусовых представлены в табл. 7.

При оценке приведенных в табл. 7 показателей следует иметь в виду, что, согласно исследованиям советских врачей, суточная потребность человека в названных витаминах определяется в следующих размерах: витамин С — 50 *мг*, а при тяжелом труде

Таблица 7

Содержание витаминов в цитрусовых плодах в *мг* %

Виды плодов	Мякоть					Кожура				
	A*	C	B_1	B_2	PP	A	C	B_1	B_2	PP
Мандарины сорта Уншиу	0,42	35	0,06	0,06	0,13	0,43	121	0,03	0	0,28
Апельсины сорта Местный	0,09	62	0,04	0,06	0,75	0,22	175	0,02	0	1,27
Лимоны сорта Новогрузинский	Следы	55	0,07	0,05	0,34	0,03	140	0,05	0,02	1,27

* В цитрусовых, как и в других растениях, содержится не сам витамин А, а каротин, который уже в человеческом и животном организме превращается в витамин А. Поэтому и цифры таблицы относятся не к витамину А, а к каротину.

и для населения севера и субтропиков — 100 *мг*, витамин B_1 — 2—3 *мг*, витамин B_2 — 2 *мг*, витамин А — 1,5—2 *мг*, а при использовании каротина — 3—4 *мг*.

Н. П. Онохова, исследовав в Сухумском интродукционном питомнике субтропических культур 6 сортов мандаринов, 16 сортов апельсинов и 9 сортов лимонов, получила следующие показатели содержания витамина С в соке плодов в *мг* %.

	Пределы колебаний	Среднее
Мандарины	23—55	35
Апельсины	43—63	53
Лимоны	25—87	55

У всех цитрусовых плодов кожура значительно богаче витамином С, чем мякоть. Более высокое содержание витамина С в кожуре по сравнению с мякотью характерно и для плодов других видов. По данным И. К. Мурри [38], содержание витамина С в кожуре яблок в 4 раза выше, чем в мякоти, а в кожице сливы — даже в 10 раз выше по сравнению с мякотью. По наблюдениям В. М. Цехомской, проведенным в нашей лаборатории, содержание витамина С в кожуре и мякоти различных сортов яблок характеризуется следующими данными в *мг* %.

	Кожура	Мякоть
Ренет бергамотный	66	8
Осенний полосатый	27	3
Бабушкино	60	12

Такое распределение витамина С связано, видимо, с различным течением биохимических процессов в отдельных тканях плодов. В тканях кожуры по сравнению с плодовой мякотью интенсивнее проходит процесс дыхания, а витамин С в этом процессе принимает деятельное участие.

Поскольку у цитрусовых плодов удельный вес кожуры очень велик, весьма важное значение приобретает извлечение той части витамина С, которая содержится в кожуре.

Г. М. Фишман [59] установил, что при производстве цитрусовых соков путем переработки плодов на конусах, когда сок извлекается только из мякоти, в нем содержится меньше витамина С, чем при переработке на вальцах, когда сок извлекается из целых плодов.

Содержание витамина С в цитрусовых плодах в разные годы неодинаково. Пределы колебаний по отдельным годам в содержании витамина С в различных видах цитрусовых из одного и того же района Аджарской АССР, убиравшихся ежегодно в одинаковой степени зрелости, характеризуется следующими показателями в *мг* %.

	Мякоть	Кожура
Мандарины сорта Уншиу	29—41	102—148
Апельсины сорта Местный	57—70	177—191
Лимоны сорта Новогрузинский	47—65	123—189

В литературе особо подчеркивается высокая стойкость содержащегося в тканях цитрусовых плодов витамина С. Действительно, при переработке цитрусовых наблюдаются меньшие потери витамина С, чем при переработке многих других плодов и ягод. Однако при последующем хранении переработанных продуктов, например мандаринового сока, потери витамина С в течение года хранения достигают 50%.

При хранении плодов в свежем виде, как это будет показано ниже, содержание витамина С в плодовой мякоти практически не уменьшается. Лишь в кожуре плодов потери витамина С достигают значительных размеров.

Что касается витаминов B_1 (рибофлавина), B_2 (тиамина), PP (никотиновой кислоты), то по содержанию каждого из них в отдельности цитрусовые мало отличаются от других видов плодов. Однако важной особенностью цитрусовых является одновременное содержание в их тканях всех этих витаминов, благодаря чему усиливается биологическая активность каждого витамина в отдельности.

По общему содержанию минеральных веществ различные виды цитрусовых почти не различаются между собой. Как правило, общее содержание минеральных веществ в кожуре почти в два раза выше, чем в мякоти. Об этом свидетельствуют следующие данные в %.

	Кожура	Мякоть
Мандарины	0,87	0,45
Апельсины	0,67	0,49
Лимоны	0,95	0,46

Согласно зарубежным данным, состав золы отдельных видов цитрусовых плодов более или менее одинаков (табл. 8).

Таблица 8

Состав золы апельсинов и лимонов
(в % к общему содержанию золы)

Виды плодов	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	PO_4	SO_4	Cl
Апельсины . .	0,65	0,97	22,71	5,34	48,94	2,50	12,37	5,25	0,92
Лимоны . . .	0,66	0,43	29,87	4,40	48,26	1,76	11,09	2,83	0,39

Как и у всех других видов плодов и овощей, в составе золы цитрусовых преобладает калий; содержание окиси калия составляет около половины всех минеральных веществ, сосредоточенных в цитрусовых плодах. Второе место занимает кальций, на долю которого приходится около 20% всей золы цитрусовых. На третьем месте — фосфор.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОТДЕЛЬНЫХ СОРТОВ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Все изложенные выше сведения о химическом составе отдельных видов цитрусовых относятся преимущественно к плодам одних из наиболее распространенных сортов мандаринов — Уншиу, апельсинов — Местный и лимонов — Новогрузинский, выращенных в условиях Аджарии и убранных в установленные для производства сроки.

Рассмотрим, как отличаются по химическому составу отдельные сорта цитрусовых.

Из сортов мандаринов, кроме Уншиу, исследованы плоды сорта Кавано-Васэ, который еще мало распространен у нас, но, несомненно, заслуживает внимания. В условиях советских субтропиков плоды сорта Кавано-Васэ созревают на две недели ранее сорта Уншиу и отличаются более крупными размерами плода и более тонкой кожурой.

Результаты исследования приводят к выводу, что по химическому составу плоды обоих сортов почти не различаются между собой (табл. 9).

Плоды Кавано-Васэ характеризуются более высокой кислотностью, что, однако, не сказывается отрицательно на их вкусовых свойствах, поскольку плоды этого сорта отличаются более высокой сахаристостью.

Из сортов апельсинов, кроме Местного, был изучен сорт Вашингтон Навел, который занимает второе место в насаждениях апельсинов на Черноморском побережье Кавказа. Правда, за последние годы для производственного размножения уже передан ряд новых сортов апельсинов советской селекции — Пер-

Таблица 9

Химический состав мандаринов сортов Уншиу и Кавано-Васэ
(в %)

Сорт	Сухие вещества	Сахара			Кислоты	Витамин С в *мг* %
		инвертный	сахароза	общее количество		
Уншиу						
Мякоть	12,03	2,18	4,60	6,78	1,00	35
Кожура	25,57	6,84	1,18	8,02	0,18	113
Кавано-Васэ						
Мякоть	13,64	2,28	4,94	7,22	1,45	42
Кожура	29,17	6,60	1,71	8,31	0,21	192

венец, Лучший сухумский и др., но широкого распространения они пока еще не получили.

Апельсины сорта Вашингтон Навел относятся к числу так называемых «пупочных» апельсинов, то есть имеющих на вершине плода «пупок», который представляет собой добавочный, недоразвитый плод. Форма плодов округлая или слегка удлиненная.

В целом плоды довольно крупные, но вес их сильно колеблется — от 150 до 500 *г*.

Кожура шероховатая, в момент созревания оранжево-желтого или красновато-оранжевого цвета, хорошо отделяется от мякоти. Мякоть яркооранжевая, сочная, разделена на 9—13 долек с очень тонкими между ними перегородками. Семян в плодах, как правило, не бывает. Плоды в момент созревания обладают сильным ароматом и приятным, кислосладким вкусом.

Сортовые различия по химическому составу апельсинов проявляются главным образом в содержании сахаров, которое в свою очередь влияет на величину сахаро-кислотного коэффициента. Наиболее высокой сахаристостью характеризуются плоды сорта Вашингтон Навел. В условиях Аджарской АССР содержание сахара в плодах этого сорта почти на 30% выше содержания сахара в плодах сорта Местный (табл. 10).

Более высокая сахаристость сорта Вашингтон Навел по сравнению с Местным установлена также В. Е. Воронцовым [5], утверждающим, что в апельсинах сорта Вашингтон Навел, выращиваемых в различных хозяйствах Аджарской АССР, содержится в среднем 7,6% сахаров, против 6,8% в апельсинах сорта Местный.

Из сортов лимонов, кроме Новогрузинского, важное значение имеет сорт Мейер, который благодаря своей высокой морозостойкости с каждым годом получает все большее распро-

Таблица 10

Химический состав апельсинов сортов Местный и Вашингтон Навел в %

Сорт	Сухие вещества	Сахара			Кислоты	Витамин С в *мг* %
		инвертный	сахароза	общее количество		
Местный						
Мякоть	11,67	2,45	3,24	5,69	1,43	62
Кожура	23,69	6,62	1,31	7,93	0,22	175
Вашингтон Навел						
Мякоть	13,48	3,09	4,24	7,33	1,27	64
Кожура	26,09	7,32	0,73	8,05	0,22	138

странение. Сорт этот родом из Китая, по предположению многих исследователей, представляет собой гибрид между лимоном и апельсином, чем, повидимому, и объясняется присущая его плодам желто-оранжевая окраска и сладковатый привкус [1].

Плоды сорта Мейер небольшие, округлой формы, вес их составляет от 40 до 90 *г;* вершина плода с неясно выраженным соском. Кожура гладкая, блестящая, тонкая, легко отделяется от мякоти. Содержащиеся в плодах семена (до 30 штук на плод) развиты неравномерно. Часто встречаются плоды без семян. В табл. 11 приведен химический состав лимонов сортов Новогрузинский и Мейер.

Таблица 11

Химический состав лимонов сортов Новогрузинский и Мейер в %

Сорт	Сухие вещества	Сахара			Кислоты	Витамин С в *мг* %
		инвертный	сахароза	общее количество		
Новогрузинский						
Мякоть	12,00	1,46	1,03	2,49	5,57	55
Кожура	24,06	4,58	1,90	6,48	0,28	140
Мейер						
Мякоть	11,70	1,47	1,43	2,90	4,46	35
Кожура	20,68	5,65	0,70	6,35	0,23	87

Как видно из табл. 11, по содержанию органических кислот и витамина С, т. е. наиболее важных показателей качества лимонов, плоды сорта Новогрузинский превосходят плоды сорта Мейер. Они же отличаются и более высокой ароматичностью.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Химический состав плодов отдельных сортов цитрусовых изменяется в зависимости от ряда условий и, в частности, от сочетания климатических факторов.

Советские ученые всегда рассматривали изменчивость химического состава растений под влиянием климатических факторов в тесной связи со свойствами растительного организма и с протекающими в нем физиологическими процессами. Только при таком подходе и можно установить закономерную связь между изменчивостью химического состава растений и климатом, что имеет важное практическое значение в деле районирования сельскохозяйственных культур.

Установлено, что по мере продвижения цитрусовых от тропиков к субтропикам вкусовые достоинства плодов улучшаются. В тканях плодов повышается содержание сахаров и кислот, достигается более гармоническое их сочетание, обеспечивающее тот специфический вкус цитрусовых плодов, который так высоко ценится. Например, апельсины сорта Вашингтон Навел в Бразилии содержат почти в два раза меньше сахаров и в два раза меньше кислот, чем в Калифорнии [72]. Этим, повидимому, и объясняется то, что культура цитрусовых получила наиболее широкое распространение не в тропиках, а в субтропических районах.

Известно, что в субтропических районах (в отличие от тропиков) в течение определенного периода года температура опускается ниже оптимума развития цитрусовых. Вследствие этого цитрусовые, растущие в субтропических районах, приспособились к пониженному температурному режиму. Результатом такого приспособления явился ростовой покой, наступающий в период понижения температуры, аналогичный зимнему покою у растений умеренного пояса.

Г. Т. Гутиев [9] не без оснований пришел к выводу, что характерный для субтропических растений период покоя, обусловленный понижением температуры, является основным их биологическим отличием от растений тропического пояса. Ряд наблюдений свидетельствует о том, что цитрусовые растения, не прошедшие периода покоя, развиваются хуже.

Имеются основания предположить, что период покоя оказывает определенное влияние на химический состав плодов. Это влияние, видимо, обусловлено специфическими особенностями обмена, выработавшимися у цитрусовых в результате приспособления к условиям внешней среды. Об этом свидетельствует ряд фактов. Так, установлено, что величина и качество урожая цитрусовых в основном зависят от листьев предшествующего года. Частичная потеря листьев ведет к снижению урожая следующего года, а при полной их потере, несмотря на сильное цветение, почти все завязи опадают и плоды не образуются.

Исследования Б. А. Келлера с сотрудниками [15] показали, что листья предыдущего года, перенесшие зиму, сильно отличаются по физиологическим и химическим свойствам от листьев, образовавшихся в текущем году.

Наблюдения Г. С. Кежа [16] и Ф. Ф. Лейсле [28] показали, что перезимовавшие листья предыдущего года отличаются от листьев текущего года прежде всего значительно более высоким содержанием крахмала. На протяжении вегетационного периода содержание крахмала в листьях прошлого года вследствие ослабления их синтетической способности снижается, тогда как в листьях текущего года, наоборот, возрастает; к концу же вегетационного периода разница в содержании крахмала между двухлетними и однолетними листьями сглаживается.

Однолетние и двухлетние листья различаются между собой не только по содержанию крахмала, но также по содержанию и составу сахаров, хотя общая сумма углеводов в тех и других одинакова и составляет 25% их сухого веса. Общая сумма растворимых сахаров у молодых листьев в два раза выше, чем у старых, но в первом случае они представлены в основном монозами, а во втором — сахарозой (табл. 12).

Таблица 12

Содержание углеводов в листьях лимона разного возраста (анализы проводили 20 мая 1934 г.)

(Составлено по данным Г. С. Кежа в % к абсолютно сухому веществу)

Объект исследования	Монозы	Сахароза	Фракция мальтозы	Сумма растворимых сахаров	Крахмал	Общая сумма углеводов
Молодые листья 1934 г.	13,31	2,13	3,99	19,35	5,06	24,92
Листья 1933 г. .	2,69	7,90	Следы	10,69	13,57	24,24

Преобладание легко подвижных форм сахара — моноз в молодых листьях свидетельствует о высокой физиологической активности последних, что было также подтверждено данными по прямому учету интенсивности ассимиляции углерода.

Накопление же крахмала и сахарозы в листьях прошлого года свидетельствует о том, что с возрастом в листьях более интенсивно происходит отложение ассимилятов в виде временных запасных веществ, за счет которых формируется урожай будущего года.

Поэтому можно считать, что зимний покой способствует более полному сохранению пластических веществ, необходимых для формирования урожая будущего года, и, наоборот, при отсутствии зимнего покоя запас пластических веществ истощается, что

отрицательно сказывается на величине и качестве урожая. Видимо поэтому в тропиках цитрусовые дают, как правило, плоды более низкого качества, чем в субтропических районах.

В связи с этим представляют известный интерес полученные нами данные о химическом составе плодов Павловского лимона[1].

Поскольку растения выращиваются в комнатных условиях, естественно, что на протяжении вегетационного периода они не подвергаются действию пониженных температур.

Табл. 13 показывает, что Павловские лимоны отличаются от лимонов сорта Новогрузинский, выращенных в условиях Аджарии, значительно меньшим содержанием общей суммы сухих веществ, сахаров, витамина С. Сахаров, например, в мякоти Павловского лимона содержится почти в 7 раз меньше, чем в мякоти лимона сорта Новогрузинский. Кроме того, в Павловских лимонах не обнаружено даже следов сахарозы, составляющей в лимоне сорта Новогрузинский более $^1/_3$ сахаров мякоти.

Таблица 13

Химический состав лимонов сортов Павловский и Новогрузинский в %

Сорт	Сухие вещества	Сахара			Кислоты	Витамин С в *мг* %
		инвертный	сахароза	общее количество		
Павловский						
Мякоть	8,94	0,32	0	0,32	5,55	32
Кожура	15,97	2,02	0	2,02	0,53	91
Новогрузинский						
Мякоть	12,00	1,46	1,03	2,49	5,57	55
Кожура	24,06	4,58	1,90	6,48	0,28	140

Там же, в Павлово, в комнатных условиях выращиваются и другие цитрусовые. Несмотря на прекрасный вид, по вкусовым качествам они уступают плодам, выращенным в открытом грунте.

На основании изложенного можно сделать вывод, что для получения плодов высокого качества при выращивании их в комнате необходимо на определенный период растения переносить в условия более низкой температуры. Соответственно, видимо, необходимо регулировать температурный режим при выращивании цитрусовых в условиях защищенного грунта.

---

[1] Такое название лимон получил по городу Павлово, Горьковской области, где он выращивается местным населением в комнатных условиях еще с 40-х годов прошлого столетия.

Наряду с температурой большое влияние на химический состав плодов оказывает влага. Особенно большое значение имеют осадки, выпадающие в процессе созревания плодов. Несомненно, что одна из причин более высокой сахаристости цитрусовых в субтропиках, по сравнению с сахаристостью цитрусовых в тропиках, связана с тем фактом, что в субтропиках выпадает меньше осадков, чем в тропиках.

В условиях наших субтропиков, несмотря на сравнительно небольшую площадь, занимаемую ими, химический состав цитрусовых плодов сильно изменяется в зависимости от районов; это в значительной мере обусловлено разным количеством выпадающих осадков.

Наши наблюдения показали, что абхазские мандарины характеризуются более высоким содержанием сахаров (8,6%), чем аджарские (6,7%). Сумма же годовых осадков в Абхазии почти в 2 раза ниже, чем в Аджарии. Химический состав мандаринов колеблется даже по отдельным микрорайонам, что должно быть связано с общей высокой пластичностью этого растения.

Насколько изменчив химический состав мандаринов в зависимости от места произрастания, можно судить по показателям табл. 14. Мандарины из с. Хала отличаются более высокой сахаристостью, чем мандарины из с. Ахалшени (Аджарская АССР). Оба пункта находятся на расстоянии 15 *км* друг от друга, но первый из них расположен дальше от моря и выше над уровнем моря по сравнению со вторым.

Таблица 14

Химический состав мандаринов сорта Уншиу, выращенного в различных районах, в %

Объект исследования	Сухие вещества	Сахара			Кислоты	Отношение сахара к кислоте	Витамин в *мг*
		инвертный	сахароза	общее количество			
с. Ахалшени, Батумского района							
Мякоть	12,39	2,14	4,53	6,67	0,98	6,8	35
Кожура	25,57	6,27	1,19	7,46	0,22	33,9	121
с. Хала, Чаквинского района							
Мякоть	11,66	2,43	4,92	7,35	1,01	7,3	33
Кожура	27,53	5,76	1,35	7,11	0,23	30,9	124
с. Дранда, Сухумского района							
Мякоть	13,58	3,14	5,43	8,57	0,88	9,7	43
Кожура	25,53	7,20	1,44	8,64	0,18	61,7	148

Еще более сильно изменяется химический состав плодов в зависимости от степени зрелости, о чем будет подробнее сказано ниже. Собственно говоря, и в этом случае играют роль те же климатические факторы, непрерывно изменяющиеся на протяжении всего жизненного цикла развития растения.

На основании изложенного в табл. 15 приведены средние показатели химического состава отечественных цитрусовых плодов, произрастающих в Грузинской ССР, при уборке их в установленные для производства сроки.

Данные, приведенные в табл. 15, как и любые средние данные, следует оценивать критически. При их составлении приняты во внимание существующая в настоящее время степень распространенности некоторых сортов и удельный вес отдельных районов в производстве цитрусовых. С внедрением новых сортов и продвижением культуры цитрусовых в новые районы в эти данные потребуется внести соответствующие поправки.

Таблица 15

Химический состав цитрусовых плодов из Грузинской ССР

(в среднем в %)

Виды плодов	Вода	Сахара				Пектиновые вещества	Кислоты (в пересчете на лимонную кислоту)
		фруктоза	глюкоза	сахароза	общее количество		
Мандарины							
Кожура	74,74	3,54	3,06	1,25	7,85	3,87	0,19
Мякоть	87,20	1,45	1,04	4,85	7,34	0,65	0,95
Целый плод	83,88	2,04	1,62	3,83	7,49	1,56	0,74
Апельсины							
Кожура	75,95	3,24	3,49	1,22	7,95	4,74	0,22
Мякоть	88,06	1,45	1,25	3,59	6,29	0,93	1,41
Целый плод	83,87	2,07	2,03	2,77	6,09	2,25	1,00
Лимоны							
Кожура	79,32	0,72	3,67	1,60	5,99	7,05	0,28
Мякоть	88,30	0,56	0,62	0,88	2,06	1,12	5,60
Целый плод	84,25	0,63	1,99	1,20	3,82	3,79	3,20

Продолжение

Виды плодов	Клетчатка	Эфирные масла	Минеральные вещества	Витамины в *мг* %				
				A	B_1	B_2	C	PP
Мандарины								
Кожура	3,53	1,20	0,87	0,43	0,03	0	131	0,28
Мякоть	0,34	Следы	0,45	0,42	0,06	0,06	38	0,13
Целый плод	1,24	0,34	0,57	0,41	0,03	0,04	64	0,18
Апельсины								
Кожура	3,49	2,40	0,67	0,22	0,02	0	170	1,27
Мякоть	0,47	Следы	0,49	0,09	0,04	0,06	65	0,75
Целый плод	1,52	0,24	0,55	0,14	0,03	0,04	101	0,93
Лимоны								
Кожура	4,44	2,00	0,95	0,03	0,05	0,02	140	1,27
Мякоть	0,52	Следы	0,46	Следы	0,07	0,05	55	0,34
Целый плод	3,17	1,31	0,69	0,01	0,06	0,04	93	0,75

ГЛАВА II

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ГАЗООБМЕН ЦИТРУСОВЫХ И ЕГО РОЛЬ В ЯВЛЕНИЯХ УСТОЙЧИВОСТИ ПЛОДОВ

Многолетний производственный опыт показал, что основой всех мероприятий по уборке, товарной обработке, транспортировке и хранению плодов является защита их от функциональных расстройств и поражений микроорганизмами путем наиболее полного использования присущих плодам естественных свойств устойчивости по отношению к различного рода поражениям. В связи с этим весьма важное значение приобретает правильное представление о тех внутренних факторах, которыми определяется устойчивость плодов как по отношению к микроорганизмам, так и к функциональным расстройствам.

Многие исследователи не без основания считают, что устойчивость плодов обусловливается химическим составом их тканей. Связь химического состава с устойчивостью вытекает хотя бы из того факта, что химическим составом тканей плодов определяется состав той среды, на которой развиваются микроорганизмы, поражающие плоды. Таким образом, в процессах взаимодействия микроорганизмов с плодами химическому составу последних, несомненно, принадлежит определенная роль.

Некоторые вещества, содержащиеся в плодах, обладают, кроме того, бактерицидными свойствами, то есть способностью убивать микроорганизмы, или бактериостатическими свойствами, то есть способностью задерживать их рост и размножение.

Вещества эти, химический состав которых еще мало изучен, были впервые открыты советским ученым Б. П. Токиным [58] и названы им фитонцидами (от греческого слова Phyto — растение и ceado — убиваю). Последние обнаружены во многих объектах из мира низших и высших растений.

При исследовании фитонцидов различных высших растений было выявлено, что фитонциды, содержащиеся в цитрусовых растениях, обладают достаточно высокой активностью. Так, смерть одноклеточных организмов (протозоа), помещенных вблизи только что приготовленной растительной кашицы, наступала, в зависимости от вида испытанных растений, через следующее время (в мин.).

Самшит кавказский	45
Кипарис душистый	25
Кипарис вечнозеленый пирамидальный	6—15
Лавр благородный	15
Айва обыкновенная	12
Мандарин, апельсин, лимон	5
Чеснок	3
Лук	2

Биологическую роль фитонцидов можно понять, если рассматривать их в качестве одного из защитных приспособлений, возникающих в организме в процессе его жизнедеятельности, по отношению к различного рода заболеваниям. Фитонцидами, по образному выражению Б. П. Токина, растение само себя стерилизует.

С химическим составом плодов тесно связаны происходящие в их тканях биохимические процессы, поскольку с момента уборки все они происходят за счет имеющихся уже в плодах веществ. Эти же вещества представляют собой ту среду, в которой совершаются естественные для живого организма процессы и, следовательно, определяют общий уровень последних. Наконец, ряд веществ, и в первую очередь ферменты и витамины, играют важную роль в качестве биологических катализаторов всей сложной цепи процессов жизнедеятельности, осуществляющихся в тканях плодов.

Нельзя, однако, устойчивость плодов объяснять только содержанием в их тканях тех или иных веществ. Такой односторонний подход к столь сложному явлению, каким является устойчивость, неизбежно приводит к ошибочным выводам, в чем нетрудно убедиться и на примере цитрусовых.

Замечено, например, что цитрусовые плоды, характеризующиеся более высоким содержанием витамина С, отличаются часто и лучшей лежкостью [35]. С другой стороны, лежкость плодов в сильной степени зависит от степени их зрелости. Между тем содержание витамина С в цитрусовых плодах на последних этапах созревания мало изменяется (см. главу III).

Некоторые авторы, ссылаясь на исследования К. Кирова [19], считают, что лежкость цитрусовых плодов в основном обусловливается содержанием эфирных масел. Между тем внимательное ознакомление с результатами исследований Кирова приводит к выводу, что роли эфирных масел в устойчивости плодов придается слишком большое значение.

В опытах Кирова, так же как и в опытах других авторов, мандарины, завернутые в бумагу, меньше поражались плесенями, чем плоды, хранившиеся без обертки. На основании этого Киров сделал вывод, что наблюдаемая в первом случае лучшая сохраняемость плодов — результат меньшего улетучивания содержащихся в плодах эфирных масел. Содержание эфирных масел в указанных опытах не определялось.

В подтверждение своих выводов Киров ссылается на результаты проведенных им наблюдений, согласно которым возбудитель голубой плесени цитрусовых плодов гриб Penicillium italicum на искусственных питательных средах, содержащих эфирные масла, развивается значительно медленнее, чем на средах, их не содержащих. Однако в его же опытах при добавлении к питательной среде вытяжек из кожуры мандаринов в количестве 85% к весу среды развитие гриба даже стимулировалось. Это дает основание считать, что в опытах с искусственными питательными средами использовались значительно более высокие концентрации эфирных масел по сравнению с теми, которые встречаются в плодах, чем и объясняется отмеченный в этих опытах токсический эффект.

Необходимо иметь в виду, что микроорганизмы обладают сильно выраженной способностью приспосабливаться к питательным веществам, заключенным в тканях растения, в том числе и к таким, которые обладают бактерицидными свойствами. В результате этого микроорганизмы в процессе эволюции приспособились развиваться на отдельных видах растений и даже отдельных их органах. Гриб Penicillium italicum,прекрасно развиваясь на цитрусовых плодах, не поражает многие другие виды плодов. Нам, например, не удавалось заразить этим грибом яблоки, хотя, казалось бы, что они благодаря высокому содержанию сахаров и малому содержанию кислот представляют собой более благоприятную среду для развития микроорганизмов, чем лимоны.

Не случайно поэтому некоторые фитонциды высших растений, обладая сильным бактерицидным действием, оказываются в то же время безвредными по отношению к отдельным микроорганизмам, являющимся специфическими возбудителями порчи тех растений, из которых данные фитонциды извлечены. Например, фитонциды лука мало эффективны по отношению к грибу Botrytis Alli — возбудителю серой гнили лука, тогда как по отношению к другим грибам такие фитонциды обладают сильным бактерицидным действием.

Вместе с тем, растение в целом и отдельные его органы, в том числе и плоды, оказывают микроорганизмам серьезное противодействие, что является естественной ответной реакцией, свойственной всему живому. Уже по одному этому нельзя сопоставлять развитие микроорганизмов на искусственной питательной среде с их развитием на живом растении. Именно поэтому свойства устойчивости живого организма связаны не с отдельными частными особенностями химического состава его тканей, а со всей совокупностью присущих ему процессов жизнедеятельности, процессов обмена веществ. Устойчивость представляет собой активный физиологический процесс и поэтому понять природу устойчивости можно лишь в том случае, если рассматривать ее как одну из важнейших функций жизнеспособности организма, а следовательно, связанную со всеми протекающими в нем про-

цессами жизнедеятельности. Только в таком плане можно понять и ту роль, которую играют в явлениях устойчивости отдельные вещества, входящие в состав тканей растений.

Известно, что к числу важнейших процессов, происходящих в живом организме, относится дыхание. Дыхание является универсальным процессом. Оно присуще любому живому организму, каждому его органу и каждой клетке, так как без дыхания жизнь невозможна.

Биологическое значение дыхания состоит в том, что энергия, накопленная в органических веществах, которые растения создают в процессе фотосинтеза, вновь высвобождается и используется в разнообразных процессах, из которых складывается жизнь.

Дыхание играет очень важную роль во взаимодействии организма с окружающей средой, следовательно, во всей сложной цепи процессов жизнедеятельности. На необходимости обеспечения нормального прохождения дыхательного газообмена в хранящихся плодах основана по существу вся техника хранения свежих плодов. В этом и заключаются принципиальные различия между хранением свежих плодов и консервированных.

Консервированные плоды представляют собой «мертвый» продукт и поэтому сохраняемость их возможна только при отсутствии связи с внешней средой. Свежие плоды, наоборот, могут сохраняться лишь при обязательном взаимодействии с внешней средой, что достигается благодаря дыхательному газообмену.

Но так как при дыхании расходуются содержащиеся в плодах органические вещества, то вполне понятно стремление практиков и исследователей создать такие условия хранения, при которых замедлилась бы интенсивность этого процесса. В то же время нельзя хранить плоды в условиях полной изоляции от окружающей среды, при которых дыхание становится невозможным. Именно поэтому для установления рационального режима хранения плодов очень важно знать, как протекает в хранящихся плодах процесс дыхания и как влияет этот процесс на лежкость плодов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЩИТНОЙ РОЛИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ГАЗООБМЕНА В ЯВЛЕНИЯХ УСТОЙЧИВОСТИ

Уже давно многими исследователями было замечено, что при заражении теми или иными микроорганизмами высшего растения у последнего сейчас же увеличивается интенсивность дыхания и повышается температура. Было также установлено, что наибольшее повышение интенсивности дыхания и температуры наблюдается в тех тканях, которые ближе всего расположены к очагу инфекции. Продолжительность этого подъема зависит от вида микроорганизмов, физиологического состояния растения-хозяина и условий внешней среды. После определенного периода интенсивность дыхания, как правило, понижается, хотя болезнь продолжает развиваться и поражать все новые участки тканей. По

вторное заражение того же объекта через некоторое время после первого обычно вновь вызывает подъем дыхания, но уже в значительно меньшей степени. Наконец, выяснено, что возрастание дыхания и температуры в момент заражения свойственно лишь живым тканям. В опытах, в которых заражали предварительно убитые ткани (наркозом), повышения температуры не наблюдалось.

Самый факт активизации процесса дыхания при инфицировании свидетельствует о том, что этому процессу принадлежит важная роль в защитных реакциях, присущих высшему растению. Тем не менее, истинная роль дыхания в явлениях устойчивости еще долгое время оставалась неизвестной. Более того, было широко распространено мнение, что защитные свойства растения связаны, наоборот, с низким уровнем дыхания его тканей. Такая точка зрения возникла, однако, не столько на основании результатов экспериментальных наблюдений, сколько принималась как априорная вследствие того, что с усилением дыхания увеличивается расход дыхательного материала, а это должно привести к более быстрому истощению растения.

Научная разработка защитной роли дыхания в явлениях устойчивости стала возможной благодаря выдающимся исследованиям В. И. Палладина и А. Н. Баха, показавших, что роль дыхания не ограничивается только его энергетической стороной, то есть обеспечением организма необходимой энергией, образующейся при окислении дыхательного материала.

Как установлено отечественной наукой, дыхание представляет собой сложную цепь взаимосвязанных процессов окисления и восстановления, каждый из которых играет важную роль в различных формах проявления жизни.

Сложность процесса дыхания заключается прежде всего в том, что поглощаемый клеткой кислород не способен непосредственно окислить дыхательный материал до углекислого газа и воды. Процесс этот осуществляется в несколько этапов с образованием ряда промежуточных соединений при постепенном повышении окислительной способности кислорода воздуха, причем каждый раз с помощью определенной группы ферментов.

Прохождение дыхательного процесса в несколько этапов с образованием ряда промежуточных соединений играет весьма важную роль в процессах жизнедеятельности и должно рассматриваться как биологическое приспособление, выработавшееся у живого организма в процессе эволюции.

Дело в том, что необходимая для процессов жизнедеятельности энергия, которая образуется при дыхании, может быть использована клетками лишь в том случае, если она высвобождается небольшими порциями. Это и происходит при постепенном окислении промежуточных соединений, обладающих близкими между собой потенциалами.

3 Зак. 718

Промежуточные соединения, образующиеся при дыхании, слу жат вместе с тем необходимыми материалами для осуществлени в клетке разнообразных синтетических процессов, например син теза органических кислот, жиров, аминокислот и других соеди нений. В этом и заключается важная роль дыхания не только ка процесса окисления, в результате которого высвобождается необ ходимая энергия, но и как процесса, который сам дает начал синтезу новых соединений, необходимых для нормального функ ционирования организма.

В соответствии с учением В. И. Палладина, процесс дыхани проходит через две главнейшие фазы, которые схематически вы ражаются следующими двумя уравнениями:

$$\text{I} \quad C_6H_{12}O_6 + 12R + 6H_2O \rightarrow 12RH_2 + 6CO_2,$$

$$\text{II} \quad 12RH_2 + 6O_2 \rightarrow 12R + 12H_2O.$$

Если суммировать оба эти уравнения, получим известну формулу дыхания

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 674 \textit{ ккал}.$$

Как видно из представленных уравнений, первая фаза дых ния осуществляется в анаэробных условиях, то есть без участи кислорода воздуха.

Выделяющаяся в первой фазе дыхания углекислота образуетс путем окисления углерода органического вещества (сахара) ки лородом воды.

Обязательным участником окисления являются (по Палла ну) особые вещества, названные дыхательными пигментами (R Эти вещества способны восстанавливаться за счет водорода дых тельного материала и водорода воды. При этом пигменты пр вращаются в дыхательные хромогены.

Вторая фаза дыхания в отличие от первой протекает в аэро ных условиях, то есть с участием кислорода воздуха. Последн используется на окисление хромогена в пигмент, благодаря чем он может вновь выполнять роль акцептора водорода в перво фазе дыхания.

Оба уравнения дыхания наглядно показывают, что акт д хания состоит из взаимосвязанных процессов окисления и восст новления.

Наряду с окислением органического вещества до углекисло газа и воды, которое осуществляется с помощью кислорода во духа, в живой клетке происходит еще так называемое анаэро ное дыхание. В этом случае при участии соответствующих фе ментов дыхательный материал расщепляется до спирта и угле кислоты. Поскольку процесс протекает без участия молекулярно

кислорода, его и называют анаэробным или интрамолекулярным, то есть внутримолекулярным дыханием. Это по существу процесс спиртового брожения, который выражается следующей суммарной формулой

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 28 \text{ ккал.}$$

Из сопоставления формул дыхания и брожения видно, что второй процесс является энергетически менее выгодным, а следовательно, связанным со значительно большим расходом дыхательного материала. Если при аэробном дыхании на каждую грамм-молекулу окисляемой глюкозы (180 *г*) выделяется 674 *ккал* тепла, то при анаэробном дыхании — только 28 *ккал*. Вследствие этого при анаэробном дыхании наступает быстрое использование содержащихся в тканях растений пластических веществ, что ведет к истощению организма, а в конечном счете и к его гибели.

Отрицательное влияние анаэробного дыхания не ограничивается его низкой энергетической активностью. Накапливающиеся при этом процессе в растительной ткани спирт и ацетальдегид оказывают на клетки отравляющее действие. В результате при брожении растительный организм погибает не только от быстрого расходования своего запаса пластических веществ, но еще ранее от самоотравления клеток спиртом и ацетальдегидом.

У высших растений при прекращении доступа кислорода к клеткам или при потере ими способности усваивать кислород всегда развивается анаэробное дыхание. Следовательно, гибель плодов при хранении может наступить как при недостатке кислорода, так и в присутствии кислорода, когда клетки не в состоянии его использовать.

Следует в то же время подчеркнуть, что анаэробные процессы (брожение) с той или иной интенсивностью всегда протекают в тканях высшего растения даже при достаточном обеспечении их кислородом. Об этом свидетельствует хотя бы тот факт, что при нормальном обеспечении тканей растения кислородом в них всегда обнаруживается то или иное количество спирта. Прохождение в тканях растений процесса брожения в присутствии кислорода отмечено многими авторами.

В живом организме брожение и дыхание теснейшим образом связаны между собой. Такая связь, впервые раскрытая С. П. Костычевым, основана на единстве прохождения этих процессов. Первая фаза дыхания, осуществляющаяся без участия кислорода, является общей как для дыхания, так и для брожения. Оба эти процесса начинаются с одних и тех же реакций, с образованием одних и тех же продуктов обмена, и лишь на определенном этапе они расходятся по двум различным направлениям — в сторону дыхания и в сторону брожения.

Мы сочли целесообразным напомнить эти известные из курса биохимии и физиологии растений положения, так как к вопросу о тесной связи дыхания и брожения нам еще придется вернуть-

ся при рассмотрении материалов, связанных с функциональным расстройствами цитрусовых и режимом хранения плодов. Отметим лишь, что при хранении плодов с усилением дыхания одновременно возрастает и брожение.

Правда, подъем дыхания не вызывает в такой же степени усиление процессов брожения. Однако в большинстве случаев с повышением температуры или содержания в воздухе кислорода, когда усиливается дыхательный газообмен, происходит усиление в тканях и процессов анаэробного распада. Что же касается биологической роли анаэробного дыхания, то последнее следует рассматривать, как важное приспособление, выработавшееся у высших растений в процессе эволюции, с помощью которого растение продолжает функционировать в периоды недостатка кислорода. Отмечено, что если такой период является непродолжительным, то при последующем обеспечении кислородом растение может восстановить нормальное дыхание.

Однако и этим не ограничивается роль процессов брожения в жизни высшего растения. Мы уже видели, что бродильные процессы являются началом нормального дыхания, а, кроме того, соединения, возникающие при этих процессах, используются в различных синтетических реакциях. По данным С. Д. Львова [30], продукты анаэробного дыхания являются важным источником образования лабильных веществ, которые участвуют в синтезе эфирных масел.

Таким образом, анаэробное дыхание становится для высшего растения патологическим лишь в том случае, когда образующиеся при этом процессе спирт и ацетальдегид накапливаются в растительной ткани в чрезмерно больших количествах. Одно лишь появление в ткани растений спирта и ацетальдегида еще не свидетельствует о наличии патологических отклонений в ходе дыхательного газообмена.

Таковы в самых общих чертах лишь некоторые положения современных представлений о дыхательном газообмене растений, имеющие прямое отношение к интересующему нас вопросу о защитной роли дыхания в явлениях устойчивости.

Исключительно важная роль в разработке данной проблемы принадлежит А. Н. Баху, исследования которого впервые позволили обосновать возможность участия окислительных ферментов (оксидаз) в защитных реакциях растительного и животного организма.

В чем же выражается защитная роль дыхания и какова, в частности, его роль в явлениях лежкости плодов и других растений с сочными тканями?

Известно, что покровные ткани растений в значительной мере состоят из сложных, достаточно стойких соединений и поэтому являются надежной защитой от поражения их микроорганизмами. Для ее преодоления у микроорганизмов в процессе эволюции выработался ряд эффективных средств, среди которых

важная роль принадлежит способности микроорганизмов вырабатывать особые вещества, называемые токсинами. Выделяя эти вещества, микроорганизмы отравляют клетки растения-хозяина и тем самым лишают их способности к сопротивлению. В состав токсинов входит большая группа гидролитических ферментов, с помощью которых происходит распад сложных органических веществ на более простые соединения, доступные для усвоения микроорганизмами.

Таким образом, с помощью токсинов микроорганизмы разрушают клеточные стенки растения-хозяина, парализуют способность клеток к сопротивлению и проникают во внутренние ткани. Чем скорее токсины проникают в клетки, тем скорее наступает отмирание последних, а следовательно гибель организма.

Вполне понятно, что для предотвращения разрушительной деятельности токсинов у высшего растения вырабатывается соответствующая способность к защите.

В этом случае и проявляется защитная роль дыхания, которую особо подчеркивал А. Н. Бах и экспериментально разработали А. И. Опарин и Б. А. Рубин.

В качестве примера приведем результаты наблюдений Б. А. Рубина и Е. В. Арциховской [48] над проникновением токсинов гриба Botrytis cinerea (возбудитель серой плесени) в ткани листьев двух сортов белокочанной капусты — Амагер и Номер первый. Кочаны первого сорта отличаются высокой устойчивостью при хранении, тогда как кочаны второго сорта являются, наоборот, менее лежкими.

При искусственном заражении листьев малоустойчивого сорта капусты Номер первый мицелием Botrytis cinerea уже на второй день вокруг места внесения инфекции ткань под действием токсина гриба темнеет, после чего появляется пушок наружного мицелия. В дальнейшем границы потемневшего участка с каждым днем все больше расширяются. Так же сильно увеличивается площадь поверхности листа, пораженной мицелием. Однако с первых же дней развитие мицелия сильно отстает от зоны, охваченной реакцией потемнения.

По-иному этот процесс протекает на листьях устойчивого сорта Амагер. Первые 6—7 дней после заражения листья остаются здоровыми, и лишь на восьмые сутки ткань вокруг места внесения инфекции начинает темнеть и появляется мицелий гриба. Дальнейшее его развитие происходит вслед за потемнением и нисколько не отстает от расширяющейся площади потемневшей ткани.

Таким образом, различная степень устойчивости двух испытанных сортов капусты к инфекции в значительной степени определяется устойчивостью против токсических выделений гриба. На листьях капусты Номер первый токсины, не встречая сопротивления, быстро проникают из клетки в клетку и тем самым прокладывают путь паразиту. На листьях же капусты сорта

Амагер токсины, не имея возможности быстро проникнуть, задерживают тем самым развитие гриба.

Исследование особенностей дыхательного газообмена капусты показало, что листья устойчивого сорта Амагер характеризуются более высокой интенсивностью дыхания по сравнению с листьями неустойчивого сорта Номер первый. Листья капусты Амагер отличаются и более высокой активностью окислительных ферментов, а также более высоким содержанием витамина С, которому принадлежит важная роль в окислительных реакциях.

Таким образом, одно из проявлений защитной роли дыхания заключается в том, что высшее растение в процессе окислительного обмена, с помощью окислительных ферментов, приобретает способность ослабить и даже полностью разрушить токсины ряда микроорганизмов. Не всегда, однако, устойчивые сорта овощей и плодов отличаются от неустойчивых более высокой дыхательной активностью. Можно привести немало примеров, когда овощи и плоды разных сортов, сильно отличаясь между собой по устойчивости при хранении, характеризуются одинаковым уровнем дыхания или, наоборот, устойчивые сорта отличаются более низкой дыхательной активностью, чем неустойчивые. Так, согласно нашим наблюдениям, проведенным совместно с В. М. Цехомской, интенсивность дыхания различных сортов яблок, сильно отличающихся между собой по лежкости, характеризуется следующими данными (в *мл* газа на 1 *кг* плодов за 1 час при температуре 18°).

	Поглощение кислорода	Выделение углекислого газа
Ренет Симиренко	7,75	7,45
Кальвиль снежный	9,67	9,96
Пармен зимний золотой	10,25	9,97
Бойкен	10,66	10,09

По степени же устойчивости в хранении первое место занимают яблоки сорта Ренет Симиренко, второе—Бойкен, третье—Кальвиль снежный и четвертое—Пармен зимний золотой.

В то же время устойчивые сорта яблок характеризуются более высокой потенциальной способностью активизировать дыхание при инфекции, поранении, недостатке кислорода, когда присущие плодам защитные свойства и должны быть проявлены. Потенциальной способности растительного объекта активизировать дыхание при наступлении для него неблагоприятных условий и принадлежит особо важная роль в явлении устойчивости. Эта именно особенность была нами более глубоко изучена на цитрусовых плодах, о чем подробнее будет сказано ниже.

Важная роль в явлениях устойчивости принадлежит не только интенсивности дыхания и активности окислительных ферментов, но и слаженности всех звеньев, из которых состоит дыхательный газообмен.

Поскольку процесс дыхания протекает ступенчато, в нескольких этапов, на пути образования конечных продуктов дыхания, какими являются углекислый газ и вода, возникает ряд промежуточных соединений. Нередко часть этих соединений не окисляется до конца, а остается в тканях в виде недоокисленных продуктов. Химическая природа этих продуктов еще мало изучена.

Имеются, однако, основания считать, что при излишнем накоплении они оказывают токсическое действие на клетки растения и приводят поэтому к ослаблению их устойчивости по отношению к микроорганизмам.

В качестве примера можно привести упоминавшиеся уже сорта белокочанной капусты. При хранении капусты лежкого сорта—Амагер—наблюдается полный параллелизм между потерями сахаров и сухих веществ. При хранении капусты нележкого сорта—Номер первый—потери сахаров оказываются ниже потерь сухих веществ. Последнее свидетельствует о том, что часть вовлеченного в дыхательный газообмен сахара остается в тканях в виде недоокисленных соединений. Таким образом, ткани нележкого сорта характеризуются тем, что в них процессы окисления отстают от процессов распада, вследствие чего нарушается согласованность всех звеньев, из которых слагается акт дыхания.

В способности растительного организма окислять до конечных соединений продукты гидролитического распада с целью защиты клеток от накопления в них токсических, промежуточного типа веществ и заключается вторая сторона защитной роли дыхания.

Еще более важная роль в явлениях устойчивости принадлежит способности растительного организма сохранять определенное соотношение между протекающими в его тканях процессами анаэробного и аэробного дыхания, благодаря чему предотвращается возможность излишнего накопления продуктов анаэробного распада. Если в вегетирующем растении продукты анаэробного дыхания (спирт, ацетальдегид) могут быть использованы в различных синтетических реакциях, то при хранении плодов возможности для такого рода использования весьма ограничены. Непрерывное же увеличение продуктов анаэробного дыхания вызывает в конечном счете отравление клеток и ослабление устойчивости организма в целом.

С указанной способностью тканей тесно связано прохождение в плодах процессов послеуборочного дозревания, оказывающих большое влияние на хранение плодов. Общеизвестно, что по мере дозревания устойчивость плодов ослабляется и поэтому удлинение сроков их хранения в значительной мере основано на замедлении процесса дозревания.

Ослабление устойчивости плодов в процессе послеуборочного дозревания наступает по многим причинам:

в результате превращения сложных органических веществ более простые соединения и, следовательно, более доступны для микроорганизмов;

в результате расходования дыхательного материала, за счет которого поддерживается жизнедеятельность плодов.

Однако наиболее существенная причина заключается в том, что при дозревании плодов нормальное дыхание постепенно отклоняется в сторону усиления процессов анаэробного обмена.

Материалы, касающиеся данного вопроса, будут рассмотрены при изложении всей суммы вопросов, относящихся к созреванию цитрусовых (глава III). Отметим лишь, что возникающие в тканях продукты анаэробного обмена — этилен, спирт, ацетальдегид — способствуют ускорению процесса дозревания, а следовательно, более быстрому ослаблению устойчивости. Таким образом, плоды, которым присущ замедленный ход дозревания, характеризуются лучшей лежкостью.

При уборке плодов им нередко наносятся царапины, проколы или порезы. В результате таких поражений облегчается проникновение микроорганизмов во внутренние ткани и усиливается их разрушительная деятельность.

Согласно исследованиям А. Л. Курсанова [27] и С. М. Прокошева [43], с дыхательным газообменом связана способность растений восстанавливать поврежденные покровы, которая основана на активировании у растений процессов синтеза элементов клеточных стенок.

Таким образом, в активировании процессов новообразования покровных тканей также заключается одно из важных проявлений защитной роли дыхания в явлениях устойчивости.

С момента уборки плодов через их поверхностные ткани испаряется вода, что приводит к ослаблению тургора и повышению их доступности для микроорганизмов.

Исследования Н М. Сисакяна [53] показали, что с увяданием растений в тканях их возникают серьезные нарушения в процессе дыхательного газообмена.

Нарушения в ходе дыхательного газообмена, наступающие при увядании, приводят к смещению активности ферментов в сторону усиления процессов распада. Такое смещение в деятельности ферментов связано с присущей одному и тому же ферменту способностью активизировать как процесы синтеза определенного органического вещества, так и процессы его распада, в чем заключается одно из отличий каталитического действия ферментов от действия неорганических катализаторов. Объяснение подобному действию ферментов, играющему весьма важную роль в процессах жизнедеятельности, впервые было дано А. И. Опариным.

Согласно теории А. И.Опарина, в живой клетке ферменты

находятся одновременно как в адсорбированном состоянии, то есть связанными с форменными элементами протоплазмы, так и в свободном состоянии, то есть в растворе. Находясь в адсорбированном состоянии, фермент активизирует синтетические процессы, тогда как в свободном состоянии он активизирует только процессы распада.

В свете этой теории становится понятным, почему в тканях увядших растений (также подмороженных, а затем оттаявших) усиливаются процессы распада. Подобные воздействия, вызывающие нарушение структуры протоплазмы, приводят к переходу ферментов из адсорбированного в свободное состояние и, как следствие, к усилению их каталитического действия в сторону процессов распада содержащихся в клетках пластических веществ.

При увядании наступают, кроме того, необратимые изменения в системе коллоидов протоплазмы, что приводит к дальнейшим нарушениям в состоянии клеточных структур и к значительным отклонениям от нормального обмена. В конечном счете в тканях возникают процессы автолиза, которые приводят к самоотравлению клеток и ослаблению их способности противостоять проникновению микроорганизмов.

Защитная роль дыхательного газообмена в этом случае должна заключаться в отмеченной уже способности тканей противостоять усилению процессов распада, связанных с большими потерями воды. Отмечено, что в начальной стадии увядания, когда потери воды тканями еще невелики, энергия дыхания сильно возрастает. Последнее, видимо, является ответной защитной реакцией, направленной на окисление образовавшихся продуктов распада до конечных соединений. Когда же потери растением воды достигают значительных размеров, энергия дыхания снижается, а интенсивность процессов распада возрастает настолько сильно, что это влечет за собой гибель клеток и растения в целом.

Вследствие низкой водоудерживающей способности тканей плодов данная форма защитной роли дыхания в явлениях лежкости плодов приобретает важное значение.

Заканчивая краткую характеристику защитной роли дыхания, следует подчеркнуть, что отмеченная зависимость между устойчивостью и окислительно-восстановительной активностью тканей относится в первую очередь к устойчивости невегетирующего растения, а точнее к его запасным органам. В то же время и по отношению к такого рода растительным объектам многие вопросы, связанные с изучением защитной роли дыхания, не получили еще достаточно полного экспериментального подтверждения. Более того, на первый взгляд может показаться, что сказанное о защитной роли дыхания даже противоречит давно сложившейся практике хранения не только плодов, но и других растительных объектов с сочными тканями, основанной на использовании низ-

ких температур, при которых в хранящихся объектах подавляются процессы жизнедеятельности и в первую очередь дыхание. Между тем, защитную роль дыхания мы часто связывали с активизацией окислительных процессов.

Следует прежде всего иметь в виду, что устойчивость, являясь активным физиологическим процессом, представляет собой определенную реакцию организма на те или иные неблагоприятные условия. Поэтому нельзя отождествлять процессы, происходящие в тканях организма при благоприятных для него условиях существования, с теми процессами, которые протекают при ухудшении этих условий, когда должны проявиться свойства устойчивости. Именно вследствие этого, если речь идет об окислительной активности тканей растений, как о защитной реакции, имеется в виду не столько абсолютная интенсивность окислительных процессов, сколько потенциальная способность тканей активизировать окислительные процессы. Убедительным в этом отношении является приведенный выше пример с яблоками.

То же следует сказать и о режиме хранения плодов. Очень важно, конечно, замедлить дыхание плодов при хранении, так как только таким путем можно задержать их перезревание, а следовательно, обеспечить и более длительную сохраняемость. Однако любые приемы хранения, основанные на подавлении происходящих в плодах процессов жизнедеятельности, окажутся эффективными лишь в том случае, если при этом не будет нарушен нормальный процесс дыхания и если останутся слаженными все звенья, из которых состоит дыхательный газообмен. Вот почему успешное хранение некоторых плодов может быть достигнуто лишь при температуре, находящейся значительно выше точки замерзания их тканей, хотя при этой температуре вместе с возрастанием энергии дыхания ускоряется и процесс дозревания плодов. К числу таких плодов относятся, в частности, и все виды цитрусовых.

Из всего сказанного следует, что так как свойства устойчивости тесно связаны с происходящими в плодах процессами жизнедеятельности, то, регулируя эти процессы, можно в большей или меньшей степени сохранить и присущую плодам устойчивость на протяжении всего периода их хранения. Данной задаче и должны быть подчинены устанавливаемые при хранении каждого из видов плодов условия температуры, влажности воздуха, аэрации и пр. Правильно же установить режим хранения можно лишь в том случае, если будут учтены особенности, которые присущи каждому виду плодов в отдельности.

ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ГАЗООБМЕНА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Дыхательный газообмен цитрусовых плодов изучался нами путем учета выделяемой ими углекислоты и поглощаемого кислорода, а также путем наблюдений за изменениями в химическом

составе тканей плодов. Последнее давало возможность выяснить, за счет каких веществ осуществляется дыхание, окисляются ли до конца эти вещества и в какой мере наряду с аэробным дыханием происходит анаэробное дыхание.

Правда, некоторое представление о характере дыхания можно получить на основе величины дыхательного коэффициента $\left(\frac{CO_2}{O_2}\right)$, вычисляемого по количеству участвующих в дыхательном процессе газов (сокращенно обозначается Д. К.), но одна лишь величина дыхательного коэффициента не может раскрыть сущности происходящих процессов.

Известно, что в зависимости от состава веществ, используемых при дыхании, величина дыхательного коэффициента заметно изменяется. Чем меньше содержится в дыхательном материале кислорода, тем больше его требуется для процесса окисления и тем, следовательно, будет ниже величина дыхательного коэффициента. При окислении сахаров дыхательный коэффициент равен единице, при окислении жиров, содержащих по сравнению с сахарами меньше кислорода, он ниже единицы. При окислении органических кислот, наиболее богатых кислородом, дыхательный коэффициент больше единицы.

Казалось бы, что на основании определения величины дыхательного коэффициента можно судить о составе веществ, за счет которых осуществляется дыхание. При разработке режима хранения плодов это очень важно, так как от степени расхода на дыхание тех или иных веществ зависит сохранение пищевых и вкусовых свойств плодов.

Однако результаты параллельных наблюдений за величиной дыхательного коэффициента и составом веществ, используемых в процессе дыхания, свидетельствуют о том, что фактическая величина дыхательного коэффициента редко совпадает с той, которая получается из формулы. Дело в том, что одна и та же величина дыхательного коэффициента может быть обусловлена совершенно различными причинами.

Приведем несколько примеров.

В том случае, когда наряду с аэробным дыханием происходит частичное окисление сахара, связанное с накоплением в тканях спирта, дыхательный коэффициент равен 1,33, что видно из следующей схематической формулы

$$2C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 8CO_2 + 6H_2O + 2C_2H_5OH,$$

$$\frac{8CO_2}{6O_2} = 1{,}33.$$

Точно такая же величина дыхательного коэффициента может явиться результатом накопления в плодах этилена, всегда воз-

[illegible] в процессе созревания на материнском растении, так и при дозревании в искусственных условиях.

$$2C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 8CO_2 + 8H_2O + 2C_2H_4,$$

$$\frac{8CO_2}{6O_2} = 1{,}33.$$

Наконец, та же величина дыхательного коэффициента получается при полном окислении в процессе дыхания органических кислот

$$2C_6H_8O_7 + 9O_2 \rightarrow 12CO_2 + 8H_2O,$$

$$\frac{12CO_2}{9O_2} = 1{,}33.$$

Поскольку плоды цитрусовых отличаются высоким содержанием кислот, составляющих у лимонов, например, около 50% сухих веществ мякоти, то в зависимости от того, какая доля сахаров и кислот участвует в дыхании, величина сахаро-кислотного коэффициента будет сильно изменяться. Об этом свидетельствуют данные табл. 16.

Таблица 16

Величина дыхательного коэффициента при полном окислении различных количеств сахара и лимонной кислоты

(По Е. М. Гарвею)

Сахар в граммолекулах	Лимонная кислота в граммолекулах	Д. К.	Сахар в граммолекулах	Лимонная кислота в граммолекулах	Д. К.
100	0	1,00	40	60	1,18
90	10	1,03	30	70	1,21
80	20	1,05	20	80	1,25
70	30	1,08	10	90	1,29
60	40	1,11	0	100	1,33
50	50	1,14			

Из сказанного следует, что для правильного представления о характере дыхания необходимо учитывать как интенсивность этого процесса, так и состав веществ, за счет которых осуществляется дыхание.

В наших опытах мы наблюдали за динамикой сахаров и кислот, являющихся основным дыхательным материалом и вместе с тем важнейшими веществами, определяющими вкусовые достоинства плодов, за накоплением спирта и ацетальдегида, являющихся основными продуктами анаэробного дыхания, и за содержанием витамина С, определяющего не только витаминную ценность плодов, но и играющего важную роль в дыхательном газообмене растительной ткани.

Наблюдения за дыхательным газообменом проводили как над целыми плодами, так и над отдельными тканями. Изучали также воздухопроницаемость тканей, с которой связан процесс дыхательного газообмена.

Методика наблюдений заключалась в следующем.

Дыхательный газообмен отдельных тканей плодов — флаведо, альбедо и мякоти — определяли манометрическим методом с по-

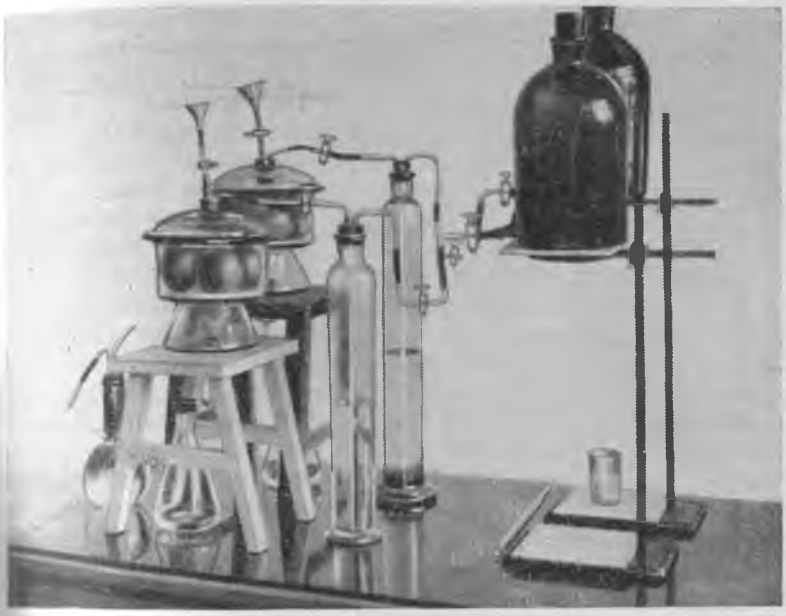

Рис. 2. Прибор для определения дыхания плодов.

мощью прибора Варбурга. Дыхательный газообмен целых плодов определяли методом Халлера и Розе с помощью прибора, изображенного на рис. 2.

Прибор состоит из большого эксикатора, имеющего в крышке два отверстия и снабженного сеткой, в которую помещают около 1 кг плодов. В дно эксикатора, имеющего также отверстие, вставляют воронку с тубусом, пропущенным через плотно вставленную резиновую пробку. Тубус воронки имеет на конце хорошо притертый стеклянный кран. Отверстие в крышке эксикатора соединяют с воронкой стеклянной трубкой, заканчивающейся над крышкой маленькой воронкой с краном. Эксикатор с плодами плотно закрывают крышкой и через верхнюю воронку и стеклянную трубку наливают в нижнюю воронку определенное количество (обычно 25 *мл*) 2*N* едкого кали для поглощения выделяемой плодами углекислоты. Через второе отверстие эксикатор соеди-

няют с мерным цилиндром, наполненным кислородом. Цилиндр присоединяют к резервуару, заполненному водой. По мере потребления плодами кислорода в цилиндр затягивалась вода, по объему которой определяют объем поглощенного плодами кислорода. Количество углекислоты, выделяющейся плодами при дыхании, учитывали путем титрования 2 *N* серной кислотой. Результаты наблюдений выражали в *мл* газа (кислорода и углекислоты), приведенного к нормальным условиям (температура 0°, давление 760 *мм* рт. ст.), на 1 *кг* плодов за 1 час.

Рис. 3. Прибор для определения воздухопроницаемости кожуры плодов (ориг.).

С помощью описанного прибора можно проводить наблюдения непосредственно на месте хранения плодов (в камерах, хранилищах).

За воздухопроницаемостью тканей наблюдали с помощью порометра Ф. Дарвина, к которому присоединяли специально изготовленный для этой цели металлический цилиндр (рис. 3). В цилиндр, между резиновыми кольцами, помещали пластинку кожуры, которую плотно прижимали к кольцам ввинчивающейся втулкой. Степень проницаемости выражали скоростью падения ртути в порометре.

Для получения средних сопоставимых результатов необходимо исследовать одновременно несколько пластинок, срезанных вокруг всего плода, так как степень проницаемости кожуры в различных местах плода неодинакова. Приведенные ниже данные о степени воздухопроницаемости кожуры относятся по существу к наружным тканям — флаведо, так как ткани альбедо обладают настолько высокой воздухопроницаемостью, что не способны удерживать ртуть в порометре даже в течение самого короткого времени.

Представленные в табл. 17 средние данные показывают, что по степени дыхательной активности плоды различных видов цитрусовых сильно различаются. Наиболее высокой дыхательной активностью обладают мандарины, меньшей — апельсины и самой низкой — лимоны. Если принять дыхательную активность мандаринов за 100, то для апельсинов она будет равна 70, а для лимонов — 45.

Таблица 17

Интенсивность дыхания цитрусовых плодов

(в мл газа на 1кг плодов за 1 час при температуре 7°)

Виды плодов	CO_2	O_2	Д. К.
Мандарины сорта Уншиу	9,35	7,42	1,26
Апельсины сорта Местный	7,22	4,75	1,52
Лимоны сорта Новогрузинский	4,43	3,34	1,32

У всех плодов величина дыхательного коэффициента больше единицы, причем наиболее высокая она у апельсинов — 1,52 и самая низкая у мандаринов — 1,26.

Сравнительно высокая величина дыхательного коэффициента у цитрусовых плодов объясняется тем, что дыхательным материалом служат не только сахара, но и кислоты, а также тем, что наряду с аэробным протекает еще и анаэробное дыхание. Ниже приведены данные, характеризующие абсолютные потери сахара и кислот за период четырехмесячного хранения плодов при температуре 4—5° (в *г* на 100 *г* плодов).

	Сахара	Кислоты
Мандарины сорта Уншиу	0,82	0,24
Апельсины сорта Местный	0,15	0,57
Лимоны сорта Новогрузинский	0,51	0,42

Полученные данные по интенсивности дыхательного газообмена согласуются с результатами наблюдений над степенью воздухопроницаемости кожуры различных плодов цитрусовых.

У плодов с более высоким уровнем дыхательной активности наблюдается более высокая воздухопроницаемость покровных тканей. Согласно порометрическим исследованиям, скорость падения ртути в порометре составила: для кожуры мандаринов 0,3, апельсинов —0,2 и лимонов —0,1 *см/мин*. Таким образом, если принять степень воздухопроницаемости кожуры мандаринов за 100, то для апельсинов она будет равна 66, а для лимонов 33. Получилось, как мы видим, соотношение близкое тому, которое отмечено для дыхательной активности этих плодов.

Эти данные свидетельствуют вместе с тем о том, что кожура всех цитрусовых плодов обладает очень низкой воздухопроницае-

[illegible] что, согласно наблюдениям, проведенным с помощью того же порометра, степень воздухопроницаемости кожуры яблок в 5 раз выше, чем кожуры мандаринов, и в 10 раз выше, чем кожуры апельсинов и лимонов. Из этого, однако, не следует, что плодовая мякоть цитрусовых защищена кожурой, обладающей практически полной непроницаемостью по отношению к воздуху и воде, как отмечено Е. В. Арциховской, Б. А. Рубиным и Т. М. Ивановой [3]. Такая точка зрения пред-

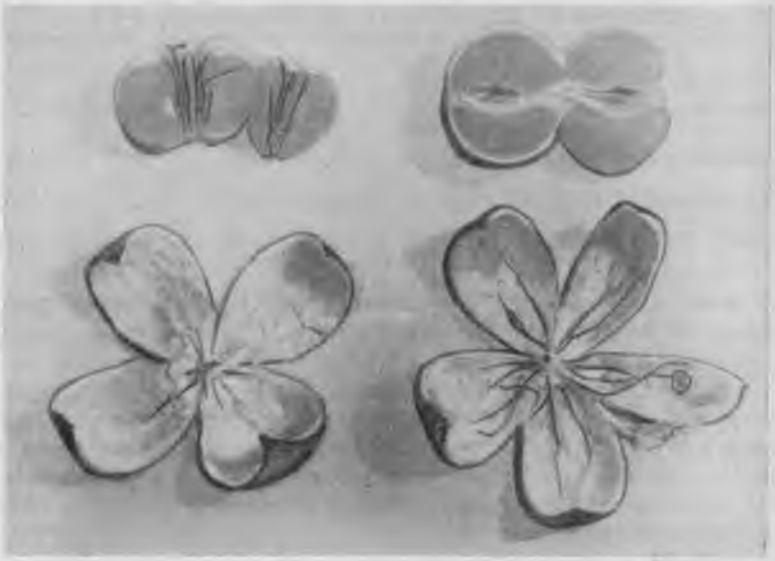

Рис. 4. Проникновение раствора метиленовой сини в плод мандарина при инфильтрации (ориг.).

ставляется спорной уже хотя бы потому, что плоды цитрусовых при хранении испаряют довольно большое количество воды, причем не только за счет содержащейся в кожуре, но и за счет содержащейся в мякоти. Естественно, что вода из мякоти испаряется путем диффузии через ткани кожуры.

Наиболее высокой воздухопроницаемостью обладают те ткани кожуры, которые расположены вокруг плодоножки, и, видимо, через эти ткани происходит в основном проникновение кислорода внутрь плода. К такому выводу приводят не только данные порометрических определений воздухопроницаемости пластинок кожуры с различных участков плода, но и результаты опытов по инфильтрации плодов водой, подкрашенной метиленовой синью. Во всех случаях вода проникала через место прикрепления плодоножки, что достаточно наглядно видно из рис. 4. Об этом также свидетельствует ряд опубликованных данных, согласно которым

в тех тканях, которые расположены ближе к плодоножке, наиболее интенсивно происходит потеря воды и растворимых сухих веществ [76, 79].

Следует в то же время признать, что отмеченный путь проникновения кислорода к тканям мякоти не является единственным. По данному вопросу опубликованы результаты исследований Е. В. Арциховской, Б. А. Рубина и Т. М. Ивановой [3], которые предполагают, что кислород, диффундируя в поверхностные слои флаведо, связывается в клетках последнего в соединения перекисного типа и в виде перекисей продвигается в ткани мякоти.

Точка зрения авторов о возможности транспорта кислорода в виде перекисей является оригинальной и интересной, однако, как они сами признают, вопрос о проникновении кислорода во внутренние ткани цитрусовых необходимо изучить более глубоко.

Низкая воздухопроницаемость кожуры цитрусовых, естественно, оказывает большое влияние на газовый состав внутри плодов и степень аэробности их тканей. Цифры табл. 18 показывают, что состав газа цитрусовых плодов характеризуется высоким содержанием углекислоты и малым содержанием кислорода, а следовательно, низким коэффициентом аэробности. Состав газа определяли по методу С. В. Солдатенкова [55].

Таблица 18

Состав газа, извлеченного из цитрусовых плодов

Виды плодов	CO_2 в %	O_2 в %	Коэффициент аэробности O_2/CO_2
Мандарины сорта Уншиу	15,8	8,8	0,56
Лимоны сорта Новогрузинский	18,3	7,3	0,39

Как же в таких условиях осуществляется дыхание тканей? Ведь если поместить плоды в среду, содержащую даже 7—8% кислорода, то в их тканях довольно скоро возникнут процессы брожения. Чтобы выяснить этот вопрос, были проведены наблюдения за дыхательным газообменом в отдельных тканях плодов. Результаты наблюдений показали, что дыхание различных тканей плодов происходит с различной интенсивностью, а следовательно, с различным потреблением кислорода. Поэтому малые количества кислорода, которых недостаточно для дыхания наружных тканей, характеризующихся наиболее высокой дыхательной активностью, являются вполне достаточными для плодовой мякоти, уровень дыхания которой значительно ниже, чем тканей кожуры. Кроме того, наружные и внутренние ткани плодов используют в качестве дыхательного материала различные органические соединения, на

окисление которых также требуются различные количества кислорода.

В этом заключается одна из приспособительных функций, выработавшихся в плодах в процессе их развития. Ткани плодов, мякоти, будучи защищены менее проницаемой для воздуха кожурой, приспособились осуществлять дыхание при более низких концентрациях кислорода, чем наружные ткани, которые не испытывают недостатка в кислороде.

В табл. 19 представлены данные, характеризующие интенсивность дыхания отдельных тканей свежеубранных мандаринов.

Таблица 19

Дыхательная активность отдельных тканей мандаринов

(в мл газа на 100 г плодов за 1 час при температуре 17°)

Ткани плодов	Поглощено O_2	Выделено CO_2	Д. к.
Флаведо	6,19	5,93	0,95
Альбедо	2,31	1,97	0,85
Мякоть	1,05	1,86	1,77

Из табл. 19 видно, что наиболее высокой дыхательной активностью обладают ткани флаведо, менее высокой — альбедо и самой низкой — ткани мякоти. Если принять уровень дыхательной активности флаведо за 100, то для альбедо она будет равна 35, а для мякоти — 25.

Близкие соотношения были установлены также для тканей апельсинов и лимонов в работах советских и зарубежных исследователей.

Следует иметь в виду, что так как наблюдения были проведены над отдельными разрезанными тканями, то полученные данные о величине их дыхательной активности являются условными. Но следует учесть, что в такие условия поставлены все ткани плода и самый факт более высокой дыхательной активности кожуры по сравнению с мякотью подтверждается результатами наблюдений, проведенных над активностью ферментов и изменениями в химическом составе тканей плодов.

В тканях флаведо, например, достаточно четко выражена активность пероксидазы — одного из важнейших представителей из групп окислительных ферментов, встречающихся почти во всех растениях, тогда как в альбедо пероксидаза мало активна, а в мякоти совсем не деятельна (табл. 20).

Активность пероксидазы определяли гваяковым методом. Стандартом служил раствор индигокармина.

Таблица 20

Активность пероксидазы различных тканей цитрусовых плодов
(в относительных единицах)

Виды плодов	Флаведо	Альбедо	Мякоть
Мандарины сорта Уншиу	696	50	0
Апельсины сорта Местный	408	19	0
Лимоны сорта Новогрузинский	292	51	0

Высокая активность пероксидазы в кожуре цитрусовых плодов и практически полное ее отсутствие в мякоти отмечена также Девисом [71]. Для апельсинов сорта Вашингтон Навел он получил следующие данные: 31,3 в наружных тканях флаведо, 14,0 во внутренних тканях флаведо, 5,5 в альбедо и 1,7 в мякоти (в единицах пероксидазы, экстрагированной из 1 *кг* сырой ткани).

В тканях кожуры сильнее выражены также анаэробные процессы, что, собственно, является следствием той взаимосвязи, которая существует между дыханием и брожением. О более энергичном прохождении в тканях кожуры процессов анаэробного дыхания свидетельствуют данные табл. 21, показывающие, что в тканях кожуры содержится в 3 и даже в 6 раз больше спирта, чем в плодовой мякоти.

Таблица 21

Содержание спирта и ацетальдегида в различных тканях цитрусовых плодов в *мг*%

Виды плодов	Кожура		Мякоть	
	пределы колебаний	среднее	пределы колебаний	среднее
Мандарины сорта Уншиу	69—113	92	22—44	30
Апельсины сорта Местный	58—84	70	14—26	18
Лимоны сорта Новогрузинский . .	58—101	80	9—11	12

Различные ткани плодов, как это видно из табл. 19, отличаются между собой не только по уровню дыхательной активности, но и по величине дыхательного коэффициента. У всех цитрусовых дыхательный коэффициент для тканей флаведо и альбедо близок к единице, тогда как для мякоти он вдвое выше. Следовательно, можно предположить, что ткани мякоти и кожуры различаются не только по интенсивности дыхания, но по характеру прохождения этого процесса.

Мы уже отмечали, что возрастание величины дыхательного коэффициента обусловлено двумя обстоятельствами. Во-первых, вовлечением в дыхательный газообмен веществ, богатых кислородом; во-вторых, более активным прохождением в тканях процессов анаэробного распада наряду с дыханием. Поскольку анаэробные процессы сильнее выражены в кожуре, чем в мякоти, более высокий дыхательный коэффициент мякоти должен быть связан с первой причиной, то есть использованием в акте дыхания органических соединений, более богатых кислородом. Последнее подтверждается данными анализа химического состава плодов, которые показали, что в процессе хранения из веществ, содержащихся в плодовой мякости, больше всего расходуется органических кислот. Так, за период четырехмесячного хранения при температуре 4—5° содержание кислот в плодовой мякоти мандаринов и апельсинов уменьшилось вдвое, а в лимонах — на 12% от исходного содержания. Содержание же сахаров в мякоти мандаринов, по существу, вовсе не изменилось, а в мякоти апельсинов и лимонов оно уменьшилось лишь на 8,13%. В отличие от мякоти значительные потери сахаров за время хранения наблюдались в кожуре плодов. В кожуре мандаринов содержание сахаров уменьшилось на 40%, в кожуре апельсинов — на 25% и лимонов — на 30% (табл. 22).

Таблица 22

Изменения в содержании сахаров, кислот и витамина С в тканях цитрусовых плодов за период четырехмесячного хранения

(в % к исходному весу)

Виды плодов	Мякоть			Кожура		
	сахара	кислоты	витамин С в *мг* %	сахара	кислоты	витамин С в *мг* %
Мандарины						
Свежеубранные	7,52	0,88	34	8,00	0,18	116
После хранения	7,23	0,40	31	4,50	0,18	80
Апельсины						
Свежеубранные	5,23	1,15	71	7,14	0,21	178
После хранения	5,06	0,51	66	5,35	0,21	139
Лимоны						
Свежеубранные	1,48	5,88	65	6,02	0,30	190
После хранения	1,17	5,21	65	4,54	0,30	184

Еще более значительны различия в потере витамина С. Практически содержание витамина С в мякоти всех цитрусовых плодов в течение четырехмесячного хранения оставалось постоянным,

тогда как в кожуре за этот период оно уменьшалось в среднем на 30%.

Таким образом, у всех цитрусовых плодов дыхание мякоти осуществляется в основном за счет кислот, дыхание кожуры — за счет сахаров. Этим и объясняется отмеченная выше различная величина дыхательного коэффициента для мякоти и кожуры. Использование мякотью в качестве дыхательного материала кислот при наличии значительных количеств неиспользованного сахара, вероятно, связано с отмеченной уже низкой окислительной активностью внутренних тканей и слабым доступом к ним молекулярного кислорода, поскольку они защищены малопроницаемыми тканями флаведо. При этих условиях естественно, что кислоты, как наиболее окисленные соединения, окисляются в первую очередь.

Поскольку содержание сахаров в мякоти практически мало изменяется, то ухудшение вкусовых достоинств плодов при хранении, в особенности мандаринов и апельсинов, обусловлено главным образом уменьшением содержания в них кислот. Последнее приводит к нарушению сахаро-кислотного коэффициента, определяющего специфический вкус цитрусовых плодов. Отсюда следует весьма важный практический вывод.

При выборе режима хранения цитрусовых плодов основное внимание должно быть уделено предотвращению одностороннего расходования кислот на дыхание. Следовательно, необходимо создать условия, при которых дыхательный газообмен плодов происходил бы таким образом, чтобы в качестве дыхательного материала одновременно использовались и сахара и кислоты. Только в этих условиях не будет нарушен характерный для цитрусовых плодов сахаро-кислотный коэффициент, а следовательно, будет предотвращено существенное ухудшение вкусовых достоинств плодов при длительном их хранении (см. главу V).

В период развития на материнском растении и особенно при хранении плоды в той или иной мере подвергаются воздействию различных факторов, неблагоприятно отражающихся на прохождении в их тканях дыхательного газообмена. К числу таких факторов относятся: колебания температуры, недостаток кислорода, механические повреждения, инфекция и др. В связи с этим весьма важное значение приобретает исследование потенциальной способности плодов сохранять нормальный дыхательный газообмен и в условиях затрудненного доступа кислорода. Для цитрусовых плодов, отличающихся низкой воздухопроницаемостью кожуры и малым содержанием кислорода во внутренних тканях, это свойство должно иметь весьма важное значение.

Для изучения этого вопроса мы провели серию наблюдений по методике, разработанной Гарвеем [80, 81]. Плоды в количестве около 1,5 *кг* помещали в баллон, который закрывали металлической крышкой с резиновой прокладкой (рис. 5). Крышку баллона соединяли с ртутным манометром. Через несколько часов

плодов давление в баллоне начинало изменяться.

Обычно вначале давление понижалось, устанавливалось так называемое «отрицательное давление» (ниже атмосферного), после чего оно постепенно повышалось и достигало довольно значительных размеров.

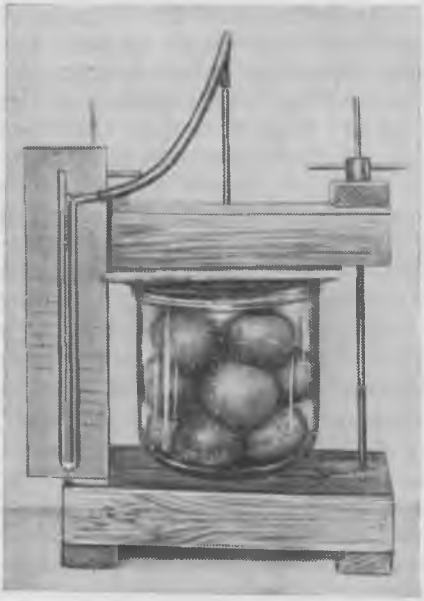

Рис. 5. Прибор для определения сопротивляемости плодов возникновению анаэробного дыхания.

Снижение давления ниже атмосферного обусловлено, видимо, тем, что поглощение плодами кислорода не компенсируется выделением углекислоты, так как последняя адсорбируется тканями плодов (в баллоне создается разрежение). Повышение давления определяется переходом тканей плода к анаэробному обмену, наступающему вследствие недостатка кислорода. Следовательно, чем ниже давление и чем длительнее оно сохраняется на низком уровне, тем выше должна быть сопротивляемость плодов возникновению в их тканях анаэробиоза.

На рис. 6 показана кривая, характеризующая сопротивляемость плодов возникновению анаэробного дыхания.

Гарвей установил, что между характером кривой и состоянием цитрусовых плодов при хранении существует определенная связь: чем продолжительнее период отрицательного давления *А*, чем ниже размер этого давления *Б*, чем больше площадь фигуры,

ограниченной частью кривой, определяющей отрицательное давление *В*, и чем меньше угол кривой давления *Г*, тем лучше сохраняются плоды. Указанная зависимость проявлялась лишь в том случае, если плоды закладывали на хранение непосредственно из сада, когда влияние других факторов на процесс хранения плодов исключалось.

Гарвей, однако, не объяснил эти весьма интересные факты, а ограничился лишь их описанием. Понять же их можно, если рассматривать лежкость плодов, как активный физиологический процесс, характеризующий сопротивляемость плодов неблагоприятным условиям существования, в основе которого лежат присущие тканям особенности дыхательного газообмена.

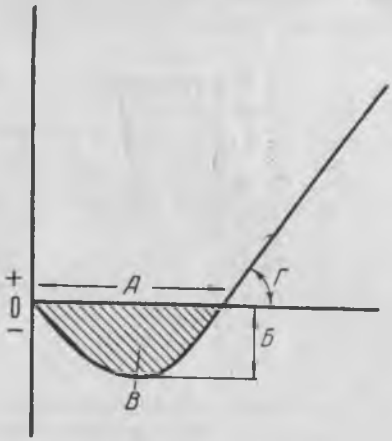

Рис. 6. Тип кривой, характеризующей сопротивляемость плодов возникновению анаэробного дыхания (по Гарвею):

А—время, в течение которого в герметически закрытом баллоне с плодами поддерживается отрицательное давление; *Б*—максимальная величина отрицательного давления; *В*—площадь фигуры, ограниченная частью кривой, характеризующей отрицательное давление; *Г*—угол, образуемый отрезком кривой, характеризующей положительное давление в баллоне за счет углекислоты анаэробного дыхания.

Руководствуясь этими представлениями, мы широко применили в своей работе описанную методику с целью характеристики потенциальной способности плодов активизировать дыхание в неблагоприятных условиях и изучения ее влияния на лежкость. В качестве показателя этой потенциальной способности тканей служило как непосредственное графическое изображение кривой давления, образующегося в баллоне с плодами, так и площадь фигуры, которая характеризует отрицательное давление (заштрихованная часть рис. 6, выраженная в *мм*², при условном масштабе 1 час — 1 *мм* и 1 *мм* рт. ст. — 1 *мм*).

На рис. 7 графически изображены результаты наших наблюдений над плодами различных видов цитрусовых. Выражая степень устойчивости плодов к возникновению в их тканях анаэробного дыхания площадью фигуры, характеризующей отрицательное давление в баллоне, мы получили следующие данные в *см*².

	Пределы колебаний	Среднее
Мандарины сорта Уншиу	0,33–2,88	1,50
Апельсины сорта Местный	1,34–4,16	2,30
Лимоны сорта Новогрузинский	2,34–15,99	8,40

Такого же рода данные были получены в работах Института биохимии имени А. Н. Баха [49].

Таким образом, если наиболее высокий уровень дыхания присущ плодам мандарина и самый низкий — плодам лимона, то потенциальная способность тканей активизировать дыхание сильнее всего выражена, наоборот, у лимонов и слабее всего у мандаринов. Указанные особенности дыхательного газообмена и л

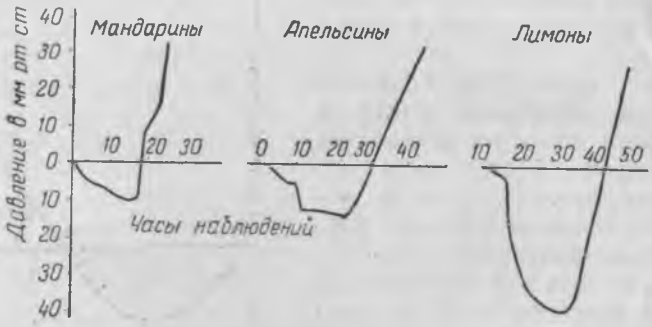

Рис. 7. Сопротивляемость различных видов цитрусовых плодов возникновению анаэробного обмена (ориг.).

жат, повидимому, в основе различной устойчивости отдельных видов плодов по отношению к физиологическим и паразитарным заболеваниям.

ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ ДЫХАТЕЛЬНОГО ГАЗООБМЕНА В ЯВЛЕНИЯХ УСТОЙЧИВОСТИ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ РАССТРОЙСТВАМ

Одна из отличительных особенностей цитрусовых плодов, как объектов хранения, заключается в том, что они легко подвергаются функциональным расстройствам, как только температура хранения приближается к 0°.

Функциональные расстройства или физиологические заболевания, относящиеся к неинфекционным болезням, довольно широко распространены в природе. В. Ф. Купревич [26] характеризует их следующим образом:

«...к группе неинфекционных или физиологических (функциональных) болезней мы относим все те случаи, когда болезнь характеризуется глубоким нарушением естественной корреляции физиологических процессов факторами неорганизованной природы (температура, свет, вода, элементы минерального питания и т. д.), если наблюдаемое нарушение охватывает значительную часть онтогенеза и не имеет приспособительного характера, то есть не является исторически сложившейся реакцией, обеспечивающей завершение цикла развития» (стр. 245).

Типичной болезнью физиологического порядка, как это показано Т. Д. Лысенко, является вырождение картофеля на юге, обусловленное неблагоприятными влияниями высокой температуры

в период закладки и роста клубней. Широко распространенные в отдельные годы почернение картофеля при хранении, коричневая пятнистость ботвы, железистая пятнистость клубней также принадлежат к числу физиологических болезней.

Физиологические заболевания часто наблюдаются при хранении семечковых плодов. Типичным заболеванием этой группы является так называемый «загар», сильно поражающий некоторые сорта яблок во время хранения, особенно при уборке их в недозрелом состоянии.

В результате экспериментальных исследований установлено, что в растительном организме при всех этих заболеваниях нарушается обмен веществ. Согласно, например, исследованиям В. Ф. Купревича, почернение мякоти клубней картофеля обусловлено повышенным накоплением в их тканях аминокислот вследствие нарушения дыхательного газообмена. Результаты ряда работ свидетельствуют о том, что основной причиной различных физиологических заболеваний яблок при хранении является накопление в их тканях спирта и ацетальдегида [2,34]. Томас [92] считает, что накопление этих продуктов является следствием повышения в межклетниках парциального давления углекислоты, причем это повышение может происходить и при достаточном количестве кислорода, так как действие его в этих условиях как бы парализуется.

К числу наиболее распространенных функциональных расстройств цитрусовых плодов относится так называемая коричневая пятнистость На кожуре плодов появляются небольшие вдавленные пятна коричневого цвета, неправильной формы, иногда округлой, средним размером 5—6 *мм*. По мере развития пятен они сливаются и покрывают большую часть поверхности плодов. Поражается коричневой пятнистостью только кожура. Проведенный в Институте защиты растений Академии наук Грузинской ССР анатомический анализ плодов показал, что в местах поражения вместилища эфирных масел в большинстве случаев разорваны и эфирные масла разлиты по окружающим клеткам. Вкусовые достоинства мякоти плодов при этом, как правило, не ухудшаются.

Коричневая пятнистость сильно ухудшает внешний вид плодов и ослабляет их устойчивость по отношению к микроорганизмам. Об этом свидетельствуют результаты следующего опыта. Три партии мандаринов были заложены на хранение при температуре 6°. Первая партия состояла из здоровых плодов, вторая — из плодов, слабо пораженных коричневой пятнистостью (общая площадь пятен на каждом плоде не превышала 2 *см*²), и третья — из плодов, сильно пораженных (общая площадь пятен составляла 5—6 *см*²). Как видно из данных табл. 23, количество плодов, пораженных микроорганизмами во второй и третьей партии, оказалось в несколько раз больше, чем в первой. Таким образом,

плоды даже с незначительными признаками физиологических заболеваний нельзя хранить длительное время.

Таблица 23

Количество плодов, пораженных микроорганизмами в зависимости от физиологического состояния плодов

(в %)

Состояние плодов в начале опыта	Продолжительность хранения в днях:		
	50	80	110
Здоровые плоды	0	2,4	7,8
Слабо пораженные коричневой пятнистостью	0	6,3	45,2
Сильно пораженные коричневой пятнистостью	0,5	16,0	45,9

Коричневой пятнистостью поражаются все цитрусовые плоды — мандарины, апельсины и лимоны. Чаще всего заболевания проявляются при хранении, причем главным образом при снижении температуры воздуха в хранилищах ниже определенного оптимума. Лимоны, например, поражаются коричневой пятнистостью при температуре воздуха ниже 6°, а мандарины — ниже 3°. В меньшей степени коричневая пятнистость появляется на плодах в период созревания на материнском растении. Степень поражения плодов коричневой пятнистостью на материнском растении изменяется по годам, что зависит, видимо, от погодных условий. Сильнее всего коричневой пятнистостью поражаются лимоны, несколько слабее — апельсины и еще в меньшей степени — мандарины.

Так, в 1948 г. при осмотре около 10 000 лимонов, поступивших на Батумский паковочный завод, было обнаружено, что в среднем от 15 до 20% всех плодов в той или иной степени поражены физиологическими заболеваниями. Правда, в основном это были плоды, имевшие на своей поверхности пятнистость в виде отдельных точек зеленого цвета общей площадью до 2 *см*², часто даже незаметных при приемке, так как плоды в это время обычно окрашены в зеленый и светлозеленый цвет. Однако в процессе дальнейшего хранения плодов пятна разрастались и становились коричневыми (рис. 8).

На мандаринах и апельсинах даже во время уборки обнаруживаются коричневые пятна, которые при неблагоприятных условиях хранения сильно разрастаются и захватывают большую часть поверхности плодов.

При хранении плодов мы наблюдали и другую форму физиологических заболеваний, представленную на рис. 9. Вся кожура приобретает коричневую окраску и плоды внешне напоминают подмороженные или пораженные фитофторозом. Однако после того, как такого рода поражение было выявлено в условиях,

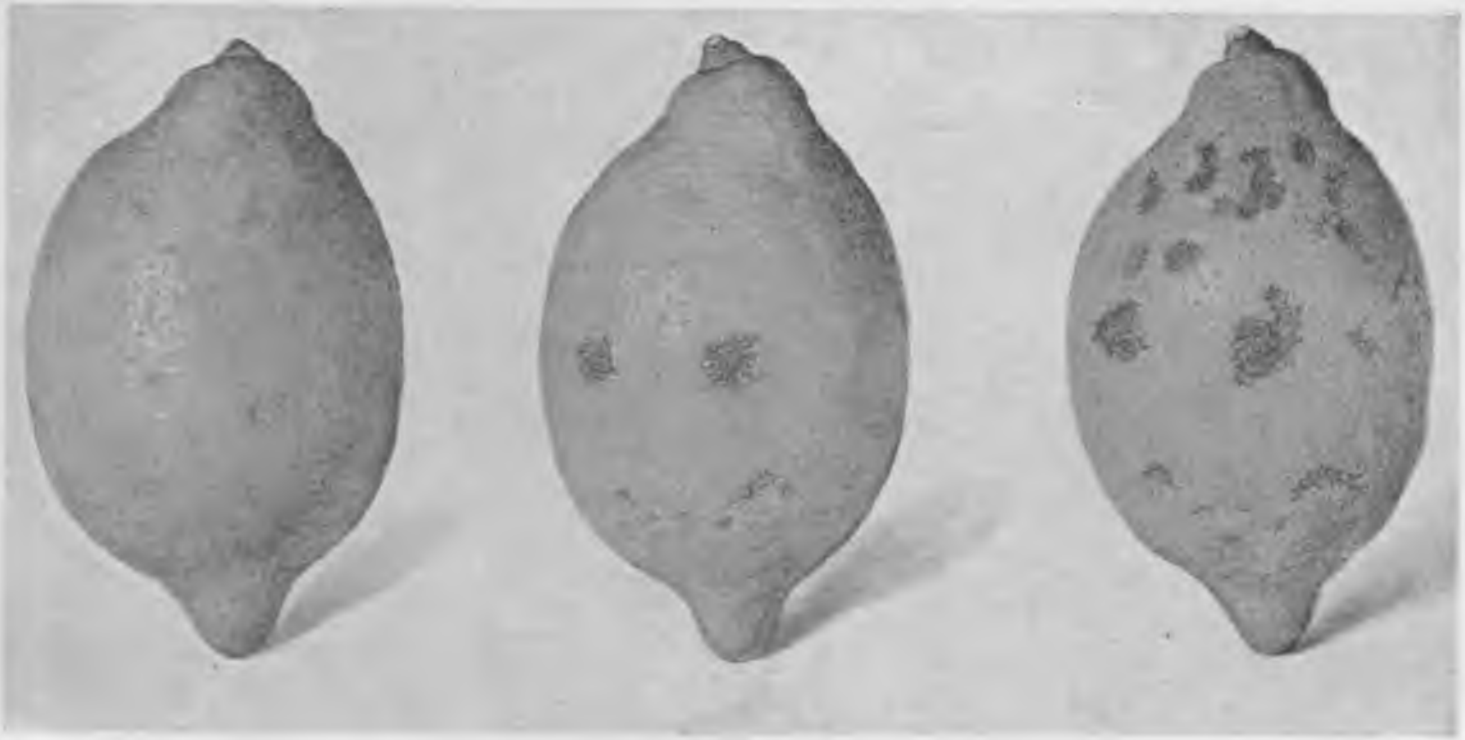

Рис. 8а. Развитие функциональных расстройств (коричневой пятнистости) на лимонах во время хранения (ориг.)

Рис. 86. Развитие функциональных расстройств (коричневой пятнистости) на апельсинах во время хранения (ориг.)

исключающих возможность подмерзания, а дополнительное исследование плодов в Институте защиты растений Академии наук Грузинской ССР показало полное отсутствие на них патогенной микрофлоры, было установлено, что поражение это носит физиологический характер. По сравнению с коричневой пятнистостью эта форма физиологических заболеваний встречается значительно реже.

До настоящего времени природа физиологических заболеваний цитрусовых плодов не выяснена; по данному вопросу имеются лишь отдельные предположения. По мнению, например, Л. Я. Церетели [64], возникновение функциональных пятен на поверхности плодов обусловлено дегенерацией устьиц, что ведет к нарушению дыхательных процессов и аутоинтоксикации плода. Наши наблюдения за воздухопроницаемостью кожуры, проведенные с помощью порометра, показали, что ткани кожуры, пораженные коричневой пятнистостью, становятся воздухонепроницаемыми. Так, при помещении в порометр пластинки кожуры, пораженной коричневой пятнистостью, уровень ртути в нем не снижался в течение трех часов, тогда как в опытах со здоровой тканью уровень ртути падал через 15—20 минут.

Таким образом, по мере развития коричневой пятнистости и, следовательно, увеличения площади отмершей ткани, ухудшаются условия для нормального дыхательного газообмена. При этом дыхание, естественно, отклоняется в сторону усиления анаэробных процессов, в результате чего в тканях накапливаются недоокисленные продукты обмена. Исследование химического состава плодов, пораженных коричневой пятнистостью, показало, что содержание спирта в них возрастает в 2—3 раза. Если в мякоти здоровых плодов мандарина в среднем содержалось 30 мг% спирта, то в мякоти плодов, пораженных коричневой пятнистостью,— около 80 *мг*%. Излишнее же накапливание в тканях спирта, видимо, в свою очередь еще более усиливает интоксикацию тканей плодов и приводит к ослаблению естественной их устойчивости. Вот почему плоды, пораженные физиологическими заболеваниями, менее устойчивы по отношению к микроорганизмам и отличаются низкой лежкостью.

Остается, однако, невыясненной причина отмирания тканей у цитрусовых при температуре выше точки их замерзания, что, впрочем, относится и к целому ряду других растений, ткани которых также отмирают в результате охлаждения без образования в них кристаллов льда. По данным Д. Г. Рютова и А. М. Веселовой (51), кожура цитрусовых плодов замерзает при температуре —2,3° и плодовая мякоть — при —1,3°. Между тем у лимонов уже при температуре ниже +6° наступает отмирание поверхности тканей. В этом отношении цитрусовые не являются исключением. У плодов банана наступает отмирание поверхностных тканей даже при температуре 10°, и поэтому бананы приходится хранить при температуре воздуха 12°.

Что же касается коричневой окраски, то она, как известно, появляется при отмирании тканей у многих растений в результате действия фермента полифенолоксидазы и накопления окисленных фенолов. Однако ввиду того, что в плодах цитрусовых полифенолоксидаза не обнаружена, появление у них коричневой окраски обусловливается другими причинами. Возможно, что у цитрусовых оно связано с высоким содержанием в их тканях эфирных масел, которые под действием кислорода претерпевают различные превращения. Так как при отмирании тканей клетки разрываются и эфирные масла выходят наружу, то внешним проявлением изменений, происходящих под действием кислорода воздуха, и является, видимо, появление бурой и коричневой окраски.

Это подтверждается опытами, проведенными Ф. Я. Механиком. Масличные железки мандарина и ткань, находящуюся между железками, прокалывали иглой. Через 5—6 дней хранения этих плодов при температуре 4° было отмечено, что в тех местах, где уколы были сделаны в эфиромасличные железки, образовались такие же коричневые пятна, как при хранении в условиях нулевой температуры. В тех же местах, где уколы были сделаны в близлежащие ткани, пятна не были обнаружены.

Отмирание тканей при охлаждении наступает не сразу, как это наблюдается при замерзании, а постепенно, в течение довольно продолжительного времени.

У цитрусовых плодов при температуре 0° ткани отмирают обычно лишь через 3—4 недели, причем сначала отмирают отдельные клетки, и лишь по мере удлинения сроков хранения процесс отмирания тканей все более и более прогрессирует.

Разные виды цитрусовых плодов по-разному реагируют на пониженные температуры, что связано с различной степенью их устойчивости по отношению к функциональным расстройствам. В наших опытах, например, степень поражения цитрусовых плодов коричневой пятнистостью за период трехмесячного хранения при температуре 0° характеризуется следующими данными в %.

Мандарины	22
Апельсины	30
Лимоны	36

Сопоставление этих данных с рассмотренными выше особенностями дыхательного газообмена цитрусовых приводит к выводу, что более высокой устойчивостью по отношению к функциональным расстройствам обладают те виды плодов, тканям которых присущ наиболее высокий уровень дыхательного газообмена.

Мы уже отмечали, что наиболее высокой дыхательной активностью характеризуются мандарины, меньшей — апельсины и наиболее низкой — лимоны.

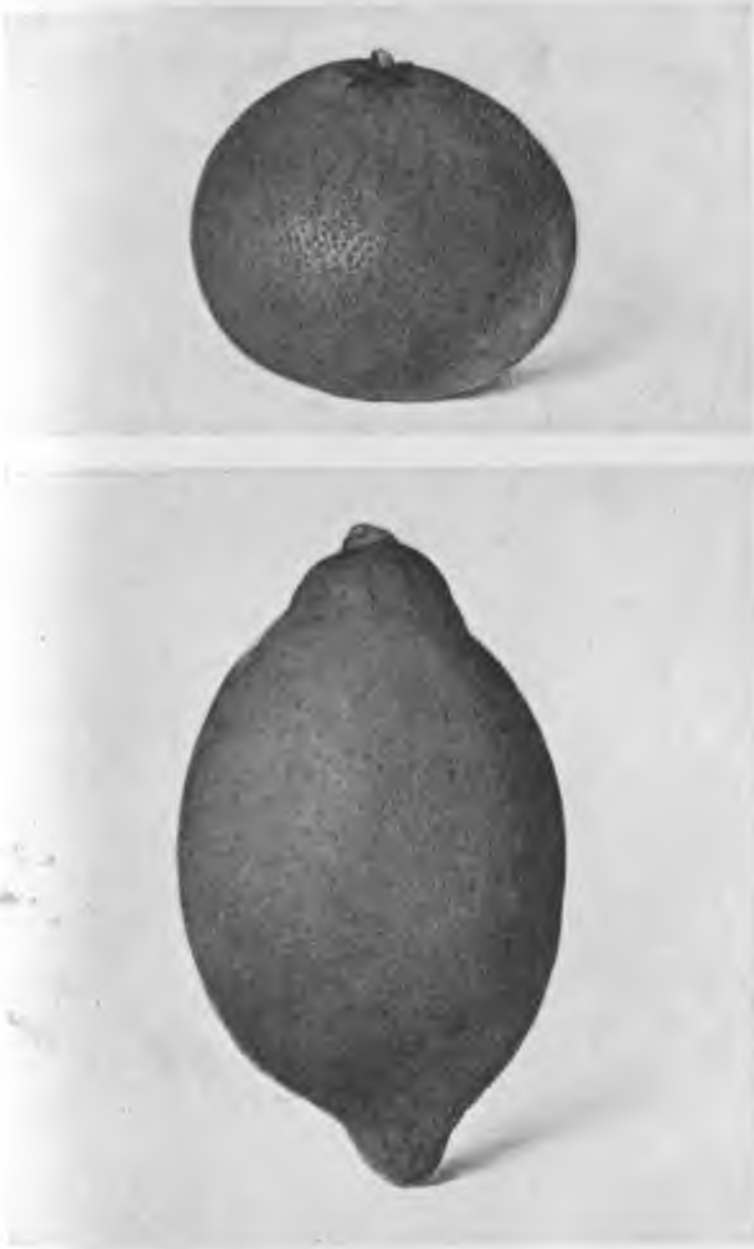

Рис. 9. Одна из форм функциональных расстройств мандаринов и лимонов во время хранения плодов (ориг.)

Причины такой взаимосвязи обусловлены, видимо, тем обстоятельством, что плоды, характеризующиеся более высокой дыхательной активностью, более приспособлены для осуществления дыхания при пониженных температурах, когда из-за постепенного отмирания покровных тканей вовлечение кислорода в дыхательный газообмен затрудняется, вследствие чего усиливается анаэробное дыхание.

Следует подчеркнуть, что сами по себе низкие температуры не только не усиливают в плодах процессы анаэробного распада, но даже ослабляют их. В условиях пониженных температур активность анаэробного распада, так же как и дыхания, замедляется, поскольку оба эти процесса связаны единством происхождения. Об этом свидетельствуют и данные табл. 24, характеризующие содержание спирта и ацетальдегида в тех плодах, которые после трехмесячного хранения остались не пораженными коричневой пятнистостью. Так, в мандаринах, хранившихся при температуре 0°, содержание спирта составило 29 *мг*%, а хранившихся при температуре 8° — 50 *мг*%.

Таблица 24

Содержание спирта в мякоти цитрусовых плодов после трехмесячного хранения в мг %

Виды плодов	Температура хранения		
	0	3	8
Мандарины сорта Уншиу	29	37	50
Апельсины сорта Местный	—	57	69
Лимоны сорта Новогрузинский	14	17	20

Данные табл. 24 характеризуют плоды, хранившиеся в Москве. Такого же рода данные были получены в опытах по хранению цитрусовых в Батуми, на месте их произрастания (табл. 25).

Таблица 25

Изменения в содержании спирта в мякоти цитрусовых плодов при различном режиме хранения в *мг* %

Время наблюдений	Мандарины		Апельсины		Лимоны	
	температура хранения					
	3	6	3	6	3	6
1947/48 г.						
В момент уборки	44	44	26	26	11	11
После трех месяцев хранения	53	72	33	41	31	74
1948/49 г.						
В момент уборки	30	30	16	16	11	11
После трех месяцев хранения	58	67	30	42	31	45

Таким образом, с одной стороны, функциональные расстройства цитрусовых являются результатом действия пониженных температур, с другой — при пониженной температуре в плодах цитрусовых накапливается значительно меньше спирта и ацетальдегида, чем при более высокой температуре.

Во всех приведенных опытах было отмечено, что при повышении температуры хранения от 0 до 8° содержание спирта и ацетальдегида в плодах возрастает, а степень поражения плодов функциональными расстройствами при этом сильно уменьшается.

Казалось бы, что эти факты противоречат сказанному выше о токсическом действии спирта и ацетальдегида на клетки высшего растения и о токсическом характере процессов анаэробного распада хранящихся плодов. В действительности же противоречий нет.

Как уже упоминалось, токсическое действие спирта и ацетальдегида проявляется лишь в том случае, если их содержание превышает предел, который является безвредным для высшего растения. Такого рода пределы не установлены и едва ли их можно вообще установить, поскольку они будут различными не только для каждого вида и сорта плодов, но и физиологического состояния их. Например, в здоровых мандаринах сорта Уншиу, различающихся по степени зрелости и условиям выращивания, было обнаружено от 25 до 72 *мг*% спирта. В то же время в некоторых плодах, пораженных коричневой пятнистостью, содержалось 65 *мг*% спирта.

На основании изложенного можно предположить, что основная причина появления коричневой пятнистости на цитрусовых плодах заключается в отмирании покровных тканей, которое наступает под действием пониженных температур. По мере отмирания тканей снижается и без того низкая их воздухопроницаемость, вследствие чего нормальный дыхательный газообмен все более отклоняется в сторону анаэробиоза. Следствием анаэробиоза является накопление в плодах спирта и ацетальдегида, которые, в свою очередь, вызывают ослабление естественной устойчивости плодов и еще более сильное развитие функциональных расстройств.

Кроме коричневой пятнистости, известны и другие функциональные расстройства цитрусовых плодов. К числу их относятся: мембраноз, характеризующийся побурением оболочки долек мякоти, тогда как внешний вид плодов совершенно не изменяется; красная пятнистость в виде небольших мелких пятнышек красного цвета на кожуре плодов; высыхание пестичного кончика плода и появление розовой окраски в плодовой мякоти. Однако эти расстройства наблюдаются сравнительно реже, причем преимущественно у лимонов.

ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ ДЫХАТЕЛЬНОГО ... УСТОЙЧИВОСТИ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К МИКРООРГАНИЗМАМ

Об устойчивости различных видов плодов по отношению к микроорганизмам можно судить по результатам проведенных нами наблюдений за резвитием гриба Penicillium italicum при искусственном заражении им различных плодов. Заражению подвергались как плоды свежеубранные, так и хранившиеся при температуре 4—5° и относительной влажности воздуха около 85%. В каждом варианте опытов заражали по 10 плодов путем прокола кожуры с двух сторон плода на одинаковую глубину (иглой Франка) и нанесения одинакового количества спор одновозрастной культуры гриба. После заражения плоды помещали во влажную камеру и проводили систематические замеры площади пораженной поверхности.

Ниже приведены средние данные (в *см*²) по десяти плодам, характеризующие площадь пораженной поверхности через 6 дней после заражения свежеубранных плодов.

Мандарины	14,7
Апельсины	3,4
Лимоны	0 (заражение не распространялось)

По мере удлинения сроков хранения плодов восприимчивость их к заражению повышалась, однако на протяжении всего опыта она оставалась более высокой у мандаринов и самой низкой у лимонов. Так, при заражении мандаринов после трехмесячного хранения площадь пораженной поверхности на 6-й день была равна 37,8 *см*², что составляет почти всю поверхность плода. У апельсинов пораженная поверхность равна 26 *см*². При заражении же лимонов даже после четырехмесячного хранения площадь пораженной поверхности не превышала 19,4 *см*².

Сопоставление результатов этих наблюдений с особенностями дыхательного газообмена цитрусовых приводит к выводу, что наиболее высокой устойчивостью по отношению к микроорганизмам обладают те виды плодов, которым присуща наиболее высокая потенциальная способность активизировать дыхание в условиях, неблагоприятных для его прохождения.

Весьма интересной в этом отношении является установленная для отдельных видов цитрусовых различная реакция окислительной системы плодов на механическое повреждение.

В качестве примера в табл. 26 приведены данные по одному из опытов Б. А. Рубина с сотрудниками [49], в котором особенности окислительной системы изучали после пятимесячного хранения плодов и через 24 часа после разрезания кожуры.

Из табл. 26 видно, что возрастание дыхания мандаринов при повреждении очень незначительно и составляет 10—25%, тогда как у лимона дыхание кожуры увеличивается в 2 раза, а ткани альбедо даже в 6 раз.

Таблица 28

Активность дыхания кожуры цитрусовых плодов после разрезания
(в % к количеству мл газа, выделяемого целыми плодами)

Виды плодов	Кожура		Альбедо		Флаведо	
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2
Мандарины . . .	112	109	125	121	109	107
Апельсины . . .	121	119	175	162	141	136
Лимоны	190	204	599	611	226	236

Такие же различия между окислительными системами мандаринов и лимонов были выявлены при изучении дыхательного газообмена плодов, инфильтрированных токсином гриба Penicillium italicum. Ниже приведены данные, полученные в лаборатории Б. А. Рубина и относящиеся к плодам после трехмесячного их хранения (в % к количеству *мл* газа, выделяемого тканями плодов, инфильтрированных водой).

	CO_2	O_2
Кожура мандарина после инфильтрации:		
через 4 часа	100	97
„ 24 „	107	101
Кожура лимона после инфильтрации:		
через 4 часа	119	115
„ 24 „	221	242

Из приведенных данных видно, что через 3 месяца хранения уровень дыхания кожуры мандарина почти не изменяется после введения в ткани токсина. Между тем при введении токсина в ткани свежеубранных плодов мандарина было замечено, что последние довольно сильно реагировали подъемом дыхания. Это свидетельствует о сильном ослаблении устойчивости мандаринов в процессе хранения.

Плоды лимона, наоборот, даже через 3 месяца хранения бурно реагируют на введение токсина, что выражается более чем двукратным усилением дыхания и свидетельствует о том, что степень устойчивости лимона еще остается высокой.

ЛЕЖКОСТЬ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ В СВЯЗИ С ПРИСУЩИМИ ИМ ОСОБЕННОСТЯМИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ГАЗООБМЕНА

Изложенное выше свидетельствует о том, что на устойчивость плодов к физиологическим заболеваниям и микроорганизмам большое влияние оказывает уровень дыхательного газообмена и потенциальная способность тканей активизировать дыхание при инфекции, механических повреждениях и т. д.

Так как для предохранения цитрусовых плодов от физиологических заболеваний их приходится хранить при температуре

выше 0°, при которой [illegible] лирается, то естественно, что в этих условиях лучшей лежкостью будут обладать те плоды, которым присуща более высокая устойчивость по отношению к микроорганизмам. Об этом свидетельствуют данные табл. 27, характеризующие степень порчи мандаринов, апельсинов и лимонов, хранившихся при температуре, практически исключающей развитие физиологических заболеваний.

Мандарины сорта Уншиу хранили при температуре 3°, а апельсины сорта Местный и лимоны сорта Новогрузинский—при температуре 6°. Мандарины закладывали на хранение 7 декабря, а апельсины и лимоны 18 декабря. На хранение было заложено по 12 ящиков плодов, что составило 2600 мандаринов, 1200 апельсинов и 1700 лимонов. Все операции по уборке и упаковке были проведены при строго идентичных условиях.

Появившиеся после хранения порченые плоды разделили на технический брак и отходы. К «техническому браку» были отнесены плоды с начальной стадией загнивания и пригодные для технической переработки, к «отходам» — плоды, оказавшиеся вследствие порчи не пригодными для переработки.

Таблица 27

Степень порчи различных видов цитрусовых плодов при хранении в %

Виды плодов	23 января		22 апреля	
	технический брак	отходы	технический брак	отходы
Мандарины сорта Уншиу	0,8	0,2	10,7	7,6
Апельсины сорта Местный	0	0	2,9	2,1
Лимоны сорта Новогрузинский . .	0	0	0,9	0

Данные табл. 27 показывают, что к 22 апреля общая порча при хранении мандаринов составила 18,3%, апельсинов — 5%, а лимонов — около 1%.

При проведении производственных опытов (на хранение закладывали сотни тысяч штук плодов) было установлено, что размер порчи апельсинов оказался меньше, чем лимонов. Объясняется это тем, что в этих опытах плоды хранили в одном хранилище при температуре 4—5°. С точки зрения предохранения плодов от физиологических заболеваний эта температура является благоприятной для мандаринов и апельсинов, но неблагоприятной (слишком низкой) для лимонов.

Отсюда следует, что в зависимости от условий внешней среды лежкость отдельных видов плодов проявляется по-разному и основой всех мероприятий по хранению должно явиться создание таких условий, при которых присущие тому или иному виду плодов свойства лежкости могли бы быть наиболее полно выявлены. В таких именно условиях самая высокая леж-

кость свойственна лимонам, более низкая — апельсинам и самая низкая — мандаринам.

Таким образом, данные по лежкости отдельных видов плодов полностью согласуются с результатами наблюдений на потенциальной способностью их тканей активизировать дыхание при неблагоприятных условиях (инфекция и пр.).

Аналогичные данные были нами получены при изучении лежкости всевозможных сортов плодов, а также плодов, выращенных в различных районах.

Из практики хранения других плодов хорошо известно, что в пределах каждого вида лежкость сильно изменяется в зависимости от сорта. Например, поздние сорта яблок лучше сохраняются, чем осенние, а летние сорта совсем не пригодны для хранения. Кроме того, поздние сорта также значительно различаются по лежкости.

Так же сильно колеблется лежкость плодов и в зависимости от района произрастания. Например, яблоки одного и того же сорта Антоновка из Тульской области хорошо сохраняются до февраля, из Орловской — до января, из Курской — до декабря, а из Нижнего Поволжья вовсе не выдерживают длительного хранения. Поэтому имеющиеся в практических руководствах указания о возможных сроках хранения яблок обычно даются с учетом не только сорта, но и района выращивания.

Лежкость цитрусовых плодов в зависимости от сорта и района произрастания изучена недостаточно.

Мы провели опыты по изучению устойчивости двух сортов апельсинов — Местный и Вашингтон Навел, а также двух сортов лимонов — Новогрузинский и Мейер — по отношению к грибу Penicillium italicum.

Свежеубранные плоды лимонов обоих сортов грибком не поражались. При заражении же лимонов после четырехмесячного хранения плоды сорта Новогрузинский оказывались более устойчивыми по сравнению с плодами сорта Мейер. Так, в опытах 1947 г. площадь пораженной поверхности лимонов сорта Новогрузинский через 5 дней после заражения составила 14,7 *см*², сорта Мейер — 40,9 *см*²; в опытах 1949 г. соответственно — 5 и 15,5 *см*². С полученными данными согласуются результаты проведенных наблюдений за потенциальной способностью тканей плодов сохранять нормальный уровень дыхания в среде, лишенной кислорода. Во всех случаях эта способность была сильнее выражена у сорта Новогрузинский по сравнению с сортом Мейер (рис. 10).

Менее резкие различия наблюдались в опытах с апельсинами. В 1947 г. при заражении свежеубранных апельсинов сорта Местный площадь пораженной поверхности на 5-й день после заражения составила 1,23 *см*², апельсинов сорта Вашингтон Навел — 2,0 *см*². При заражении плодов через 3 месяца хране-

ния площадь пораженной поверхности соответственно составила 30 и 35 *см*².

В 1948 г. при заражении плодов после трех месяцев хранения площадь пораженной поверхности апельсинов сорта Местный составила 15,9 *см*², сорта Вашингтон Навел — 24 *см*². Более

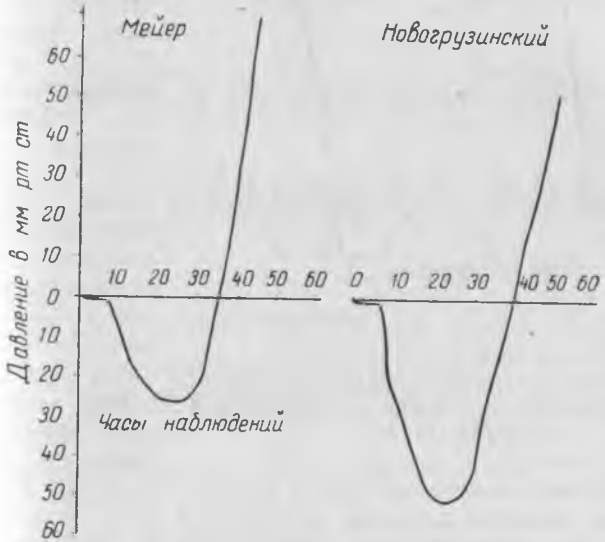

Рис. 10. Сопротивляемость лимонов возникновению анаэробного обмена в зависимости от сорта (ориг.).

высокой оказалась у плодов сорта Местный и потенциальная способность сопротивляться анаэробному обмену (рис. 11).

Весьма сильное влияние на устойчивость цитрусовых плодов оказывает район произрастания. Так, по данным Государственной инспекции по качеству сельскохозяйственных продуктов, мандарины, отгруженные из Абхазии, прибывают в места потребления в лучшем состоянии, чем отгружаемые из Аджарии. Об этом свидетельствуют следующие данные о количестве здоровых плодов (в %) в момент прибытия.

Годы осмотра	Плоды из Аджарии	Плоды из Абхазии
1936	95,6	97,7
1937	92,0	97,7
1938	98,2	98,6
1939	93,9	93,9
1940	93,4	96,9

В табл. 28 показаны результаты наших опытов по хранению трех партий мандаринов (по 12 ящиков в каждой). Первая партия получена из Сухумского района, Абхазской АССР, а две другие — из Аджарской АССР, но одна из селения Ха-

ла, Чаквинского района, а другая — из селения Ахалшени Батумского района.

Плоды из всех пунктов были одного, среднего, размера, одной и той же степени зрелости (окраска кожуры почти оранжевая). Плоды доставляли непосредственно из сада к месту хранения, где их упаковывали в стандартные ящики, предварительно обернув каждый плод в бумагу. Все плоды помещали в одно хранилище при температуре 4—5° и относительной влажности воздуха 80—85%. Отличались лишь условия доставки плодов, так как хранилище находилось на различном расстоянии от того или иного района. Наиболее благоприятными были условия доставки мандаринов из с. Ахалшени, так как место их выращивания находилось в непосредственной близости к хранилищу. Мандарины из с. Хала были доставлены автотранспортом, а мандарины из Сухумского района — по железной дороге.

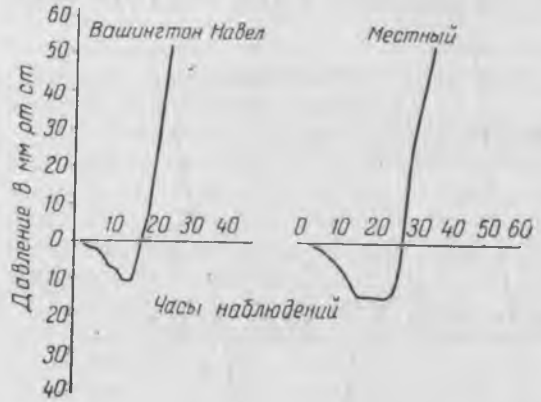

Рис. 11. Сопротивляемость апельсинов возникновению анаэробного обмена в зависимости от сорта (ориг.).

Таблица 28

Степень порчи мандаринов при хранении в зависимости от района произрастания в %

Район произрастания	Продолжительность хранения в днях	Технический брак в %	Отходы в %
Сухумский	65	0,2	0,2
	115	4,2	2,3
	130	8,5	2,3
Чаквинский	65	0,7	1,6
	115	5,2	6,9
	130	8,7	6,7
Батумский	65	3,0	3,6
	110	10,9	9,2

Полученные данные свидетельствуют о том, что успешное хранение цитрусовых плодов может быть осуществлено лишь при условии дифференцированного использования урожая в зависимости от района произрастания. Для длительного хране-

ния следует в первую очередь отобрать [illegible]
они имеют наиболее высокую лежкость. В результате проведенных опытов выяснены причины столь противоречивых высказываний о возможных сроках хранения цитрусовых.

Так, В. Г. Сперанский [57] считает, что предельные сроки хранения мандаринов не превышают трех месяцев, тогда как

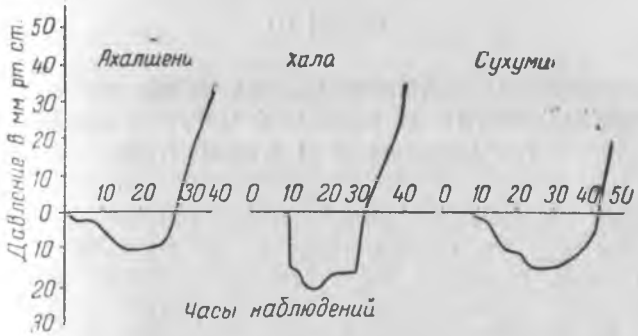

Рис. 12. Сопротивляемость мандаринов возникновению анаэробного обмена в зависимости от места произрастания (ориг.).

А. А. Колесник [23] предполагает, что они составляют пять месяцев. Как показывают данные наших наблюдений, для значительной части аджарских мандаринов, убранных в недозрелом состоянии, характерным является двухмесячный срок хранения; срок же хранения абхазских мандаринов может быть удлинен в два раза.

Влияние географического фактора на лежкость плодов еще мало изучено. Во всех наших опытах наименьшие потери при хранении вследствие порчи наблюдались у тех плодов, тканям которых присуща наиболее высокая способность сопротивляться анаэробиозу. Сильнее всего эта способность выражена у сухумских мандаринов, несколько слабее у халинских и наиболее слабо у ахалшенских (рис. 12). Таким образом, результаты наблюдений за хранением плодов, доставленных из различных районов произрастания, также свидетельствуют о том, что в явлениях лежкости плодов исключительно важное значение принадлежит особенностям дыхательного газообмена их тканей.

С различными условиями внешней среды растительный организм сталкивается не только при перемещении из одной географической зоны в другую, но и в процессе онтогенеза.

В течение всего процесса развития растительного организма его функции изменяются в зависимости от изменений условий внешней среды. В этом и заложены причины уже давно подмеченного практиками-плодоводами большого влияния процесса созревания и степени зрелости плодов на последующую их лежкость.

ГЛАВА III

ФИЗИОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ПЛОДАХ ЦИТРУСОВЫХ ПРИ СОЗРЕВАНИИ И ХРАНЕНИИ

Согласно многолетним наблюдениям Института чая и субтропических культур, проводившимся в различных зонах Западной Грузии, годичный цикл жизни взрослого плодоносящего цитрусового дерева обычно состоит из трех периодов роста и такого же числа периодов покоя. Это одна из характерных особенностей роста цитрусовых, отличающая их от маслины, тунга и многих других субтропических растений, имеющих во время вегетации лишь один период роста побегов.

Данные пятнадцатилетних наблюдений, обобщенные Г. Т. Гутиевым [10], показывают, что в зависимости от породных свойств цитрусовых, способов ухода за ними и метеорологических условий происходят те или иные отклонения в процессе роста растений. Рост мандаринов, апельсинов и лимонов в течение вегетационного периода складывается примерно следующим образом.

Зимой и ранней весной, то есть обычно до апреля, происходит дифференциация почек на плодовые и листовые и рост корней. В апреле, с наступлением первых теплых весенних дней, рост корней прекращается и начинается первый период роста побегов, который обычно длится до июня. В течение этого времени появляются бутоны, наступает цветение и завязываются плоды. В июне рост побегов прекращается и наступает первый летний период покоя, который длится обычно месяц. В течение этого периода опадает та часть завязей, которая по тем или иным причинам не может быть сохранена растением.

После окончания опадания завязей наступает второй летний период роста побегов и начинается постепенный, хотя и слабый, рост плодов. В сентябре рост побегов вновь прекращается и наступает второй период летнего покоя, который также длится около месяца. Рост плодов за это время заметно ускоряется.

В октябре наступает третий период роста побегов, в течение которого плоды растут наиболее интенсивно. Наконец, в

ноябре рост побегов вновь пр[illegible]
зимний период ростового покоя, во время которого усиленно проходит процесс созревания плодов.

ФИЗИОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ПЛОДАХ ЦИТРУСОВЫХ В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ НА МАТЕРИНСКОМ РАСТЕНИИ

Хорошо известно, что семечковые плоды растут на протяжении всего процесса созревания, вплоть до естественного опадания с дерева. В отношении же цитрусовых этот вопрос мало исследован.

Т. Г. Соляников [56] приводит данные Новикова, согласно которым в условиях Сочинского района за период с 27 октября по 16 ноября прирост в весе плодов мандарина составил от 7,6 до 12,9%. Однако в этих опытах осталась невыясненной динамика увеличения веса плодов на различных этапах созревания.

Косвенные указания по данному вопросу можно найти в работе М. А. Кудрявцевой [25], изучавшей изменение содержания сахаров в плодах мандарина во время созревания.

При отборе образцов для анализа средний вес пяти штук плодов за период с 27 октября до 16 ноября увеличивался с 304,1 до 388,4 *г*, то есть на 27%, и с 16 ноября до 27 ноября — с 388,4 до 419,7 *г*, или на 8%. Мы выделяем именно эти даты, так как в условиях Абхазии, где проводили указанные наблюдения, большая часть плодов до середины ноября имеет еще полужелтую окраску и лишь со второй половины ноября плоды приобретают желтую (оранжевую) окраску.

Поскольку, согласно действующим стандартам, и полужелтые и желтые плоды в одинаковой мере считаются стандартными, весьма важно получить более точные данные об увеличении размера и веса плодов после того, как они приобрели уже полужелтую окраску.

В 1948 и 1949 гг. мы провели наблюдения за ростом плодов в процессе созревания, а также за происходящими изменениями в химическом составе тканей, дыхательном газообмене и устойчивости по отношению к грибу Penicillium italicum при искусственном заражении им плодов. Для этого на одном из участков Махинджаурского совхоза были подобраны одновозрастные деревья мандарина сорта Уншиу и апельсина сорта Местный мелкоплодный, на которых было заэтикетировано 1000 штук зеленых плодов мандарина и 600 штук плодов апельсина. В процессе созревания все плоды систематически замеряли по наибольшему диаметру и отбирали пробы по 50 штук плодов, типичных по размеру и окраске, для проведения лабораторных исследований.

Следует отметить, что, вследствие биологических особенностей цитрусовых, они не обладают внешними признаками, ко-

торые достаточно точно характеризовали бы степень зрелости плодов. Так, прочность связи плодов с плодушками, являющаяся одним из признаков съемной зрелости яблок и груш, не показательна для цитрусовых, так как у большинства из них к моменту созревания в местах прикрепления плодов не происходит мацерации тканей.

По отношению к цитрусовым не применим и такой показатель, как потемнение семян, широко используемый при определении съемной зрелости яблок и груш, так как в процессе созревания цитрусовых цвет семян практически не изменяется; кроме того, во многих плодах семена не содержатся.

Поэтому единственным внешним показателем, которым в настоящее время пользуются для определения степени зрелости цитрусовых плодов, является окраска их кожуры.

Этот показатель нельзя признать достаточно точным, так как известны случаи, когда вследствие смены нескольких холодных дней теплыми апельсины приобретают окраску зрелых плодов и, наоборот, неблагоприятные метеорологические условия могут задержать процесс окрашивания плодов, достигших по другим показателям нормальной зрелости. Однако неоднократные попытки заменить признак окрашиваемости каким-либо другим показателем не увенчались успехом.

Результаты проведенных в 1948 г. наблюдений представлены в табл. 29.

Таблица 29

Изменения размеров мандаринов и апельсинов при созревании

Мандарины				Апельсины			
дата наблюдений	окраска кожуры	размер в мм	увеличение размера в %	дата наблюдений	окраска кожуры	размер в мм	увеличение размера в %
17 сентября	Зеленая	48	100	21 сентября	Зеленая	52	100
4 октября	"	53	110	5 октября	"	54	104
19 октября	"	55	114	19 октября	"	58	112
2 ноября	Слегка желтая	56	117	3 ноября	Слегка желтая	59	114
17 ноября	Полужелтая	59	122	17 ноября	Полужелтая	60	116
10 декабря	Желтая	59	122	8 декабря	Светложелтая	61	118

Данные табл. 29 показывают, что зеленые плоды, уже достигшие размера, предусмотренного заготовительным стандартом, продолжают увеличиваться в процессе приобретения ими желтой или оранжевой окраски, причем наиболее сильно до появления первых признаков пожелтения. Размер мандаринов за этот период увеличивается на 17%. В дальнейшем, до появ-

ления полужелтой окраски, размер плодов увеличивается дополнительно на 5%, после чего он не изменяется.

Близкими оказались результаты наблюдений, проведенных в 1949 г. (табл. 30).

Таблица 30

Динамика роста мандаринов при созревании

Дата наблюдений	Окраска кожуры	Размер плода по наибольшему диаметру		Вес плода	
		в *мм*	в %	в *г*	в %
4 октября	Зеленая	40	100	34,5	100
18 октября	Первые признаки пожелтения	42	105	38,1	110
2 ноября	Слегка желтая	46	111,5	43,0	125
16 ноября	Полужелтая	48	120	46,0	133
2 декабря	Желтая	49	123	48,6	141
10 декабря	„	49	123	50,5	146

Как видно из табл. 30, на протяжении всего процесса созревания вес плодов увеличивается быстрее, чем их размер. Так, за период с 4 октября до 10 декабря размер плодов увеличился на 9 *мм*, или на 23%, а вес на 16 *г*, или 46%.

Если с момента приобретения плодами полужелтой окраски до момента полного пожелтения размер их увеличился лишь на 1 *мм*, или на 3%, то вес плодов увеличился на 4,5 *г*, или на 10%. Соотношение между весом кожуры и мякоти на протяжении всего процесса созревания практически не изменялось. В зеленых и зрелых мандаринах на долю кожуры приходилось 25—30% от общего веса плодов.

Таким образом, на последних этапах созревания наблюдается значительное увеличение веса плодов; это следует учитывать при определении сроков уборки.

Вместе с тем, полученные данные позволили выяснить вопрос об источниках возрастания сахаристости плодов в период, предшествующий уборке.

Согласно ранее проведенным исследованиям М. А. Кудрявцевой, при созревании мандаринов содержание сахаров возросло с 27 октября по 16 ноября от 5,03 до 7,04%, а с 16 ноября по 27 ноября — от 7,04 до 7,88%; содержание воды на последних этапах созревания несколько уменьшилось. Естественно возникает вопрос об источниках наблюдаемого возрастания сахаристости плодов — происходит ли оно за счет притока сахаров из листьев или за счет некоторого обезвоживания тканей плодов?

Этот вопрос, обойденный М. А. Кудрявцевой, представляет не только теоретический, но и практический интерес. В самом

в плодах не возрастает, то нет необходимости дожидаться их созревания на дереве. В этом случае следует провести уборку плодов в недозрелом состоянии; повышение сахаристости плодов произойдет в процессе послеуборочного дозревания, когда теряется некоторая часть содержащейся в них воды.

Проведенные нами наблюдения показали, что в мандаринах и апельсинах содержание сахаров непрерывно возрастает, причем этот процесс продолжается и после того, как кожура плодов приобрела желтую (оранжевую) окраску. За период с 27 ноября до 10 декабря содержание сахаров в мандаринах возросло с 7,41 до 8,30% (табл. 31).

Таблица 31

Динамика роста сахаров в процессе созревания мандаринов в %

Дата наблюдений	Окраска кожуры	Мякоть			Кожура		
		инвертный сахар	сахароза	общее количество сахара	инвертный сахар	сахароза	общее количество сахара
4 октября	Зеленая	0,84	1,78	2,78	1,62	0	1,62
18 октября	Первые признаки пожелтения	1,23	2,59	3,82	2,74	1,14	3,88
2 ноября	Слегка желтая	1,84	3,25	5,09	3,80	1,17	4,97
16 ноября	Полужелтая	1,97	4,36	6,33	5,16	1,88	7,04
27 ноября	Желтая	2,18	5,23	7,41	6,20	2,0	8,30
10 декабря	„	2,56	5,74	8,30	6,56	3,11	9,67

Такого высокого содержания сахаров в мякоти мандаринов, как 8,30%, мы ни разу не наблюдали в условиях Аджарии в момент массовой уборки плодов, которая обычно проводится во второй половине ноября и заканчивается в основном к 1 декабря. Также заметно возрастает содержание сахаров и в кожуре плодов.

На протяжении всего периода созревания сохраняются отмеченные уже (глава I) различия в составе сахаров мякоти и кожуры. В мякоти содержание сахаров возрастает в основном за счет сахарозы, а в кожуре за счет моноз. Заметное возрастание сахаристости мандаринов на последних этапах созревания мы констатировали в течение трех лет подряд (табл. 32).

Такого же рода данные получены для плодов апельсина (табл. 33).

Из табл. 33 видно, что, так же как и в мандаринах, сахаристость апельсинов повышается и после приобретения ими желтой окраски. Если желтые плоды, убранные 27 декабря, содержали сахаров в зависимости от сорта 6,73 и 9,08%, то плоды, убранные 5 января, содержали сахаров соответственно 7,33 и 9,42%.

Содержание сахаров в мякоти мандаринов разной степени зрелости в %

Год исследования	Окраска кожуры	Инвертный сахар	Сахароза	Общее количество сахаров
1947	Полужелтая	1,61	3,34	4,95
	Желтая	1,88	4,09	5,27
1948	Полужелтая	1,91	4,46	6,37
	Желтая	2,12	5,40	7,52
1949	Полужелтая	1,98	4,73	6,71
	Желтая	2,20	5,17	7,37

Таблица 33

Содержание сахаров в апельсинах разной степени зрелости в %

Сорт	Дата наблюдений	Окраска кожуры	Мякоть			Кожура		
			инвертный сахар	сахароза	общее количество сахаров	инвертный сахар	сахароза	общее количество сахаров
Местный	13 декабря	Полужелтая	2,36	4,48	6,84	6,56	1,32	7,88
	27 декабря	Желтая	2,76	3,97	6,73	—	—	—
	5 января	»	2,96	4,37	7,33	7,06	2,04	9,10
Вашингтон Навел	14 декабря	Полужелтая	3,08	4,26	7,34	7,32	0,57	7,89
	27 декабря	Желтая	3,62	5,46	9,08	6,80	1,25	8,05
	5 января	»	3,75	5,67	9,42	7,12	1,54	8,66

Наряду с возрастанием количества сахаров мы, так же как и М. А. Кудрявцева, наблюдали на последнем этапе созревания плодов уменьшение содержания в них воды. В табл. 34 представлены данные, характеризующие изменения в содержании воды и сахара при созревании мандаринов.

Таблица 34

Изменения в содержании воды и сахара в мякоти мандаринов при созревании

Дата наблюдений	Вода		Сахар	
	в %	в г (на плод)	в %	в г (на плод)
4 октября	90,34	21,95	2,78	0,64
18 октября	90,62	25,55	3,82	1,08
2 ноября	90,28	28,62	5,09	1,61
16 ноября	88,87	29,77	6,33	2,12
2 декабря	88,83	30,71	7,41	2,29
16 декабря	86,38	30,70	8,30	2,95

Данные табл. 34 показывают, что при относительном уменьшении содержания воды в плодовой мякоти — от 88,83 до 86,38% — абсолютное содержание воды не изменяется — 30,7 г

на плод. Вес же плода, как мы уже отмечали, на последних этапах созревания возрастает.

Графически результаты проведенных наблюдений представлены на рис. 13. Исходные данные относятся к зеленым плодам, достигшим наименьшего стандартного размера — 42 *мм* по наибольшему поперечному диаметру. Все последующие данные выражены в процентах к соответствующим величинам, полученным для зеленых плодов.

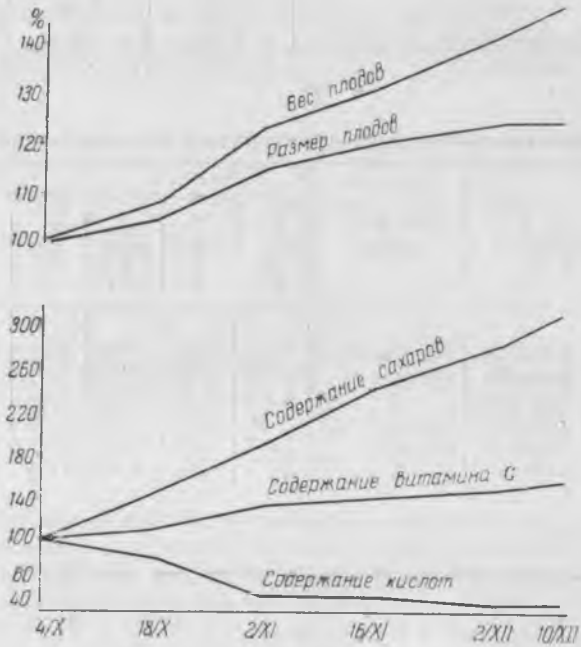

Рис. 13. Изменения в весе и химическом составе тканей мандаринов во время созревания (в процентах к исходным зеленым плодам) (ориг.).

Таким образом, возрастание сахаристости плодов на последних этапах созревания обусловлено не относительным уменьшением содержания воды в тканях, а притоком сахаров от материнского растения.

Вместе с тем на последних этапах созревания уменьшается расход сахаров на образование структурных элементов клеток в связи с ослаблением роста плодов. Известно, что в зеленых плодах, когда энергично протекают ростовые процессы, значительная часть сахаров расходуется на образование полисахаридов. Поскольку размер плодов на последних этапах созревания практически не увеличивается, а миграция сахаров из листьев продолжается, то, естественно, возрастает удельный вес плодов; это

было отмечено [illegible]
ринами и апельсинами.

В процессе созревания лимонов содержание сахаров в плодовой мякоти практически не изменяется. В зеленых плодах сорта Новогрузинский, достигших стандартного размера, а также в светлозеленых и светложелтых содержание сахаров было одинаковым и составляло 2,44—2,49%. В кожуре содержание сахаров возросло с 4,78 в зеленых плодах до 6,87% в светложелтых.

Содержание в лимонах кислот также не изменялось. В зеленых и светложелтых плодах содержание кислот составляло 5—5,6%. Из-за погодных условий мы не смогли проследить за динамикой роста сахаров и кислот в лимонах до полного их созревания, то есть до приобретения желтой окраски, так как вследствие наступления холодов плоды приходилось убирать задолго до появления такой окраски.

При созревании же мандаринов и апельсинов содержание кислот в плодовой мякоти уменьшается более чем вдвое, причем главным образом на первых этапах созревания. В мандаринах например, за период с 3 сентября по 2 ноября, то есть до пожелтения $^1/_3$ поверхности плодов, содержание кислот в мякоти уменьшилось с 2,96 до 1,26, а при дальнейшем созревании вплоть до появления яркожелтой (оранжевой) окраски — с 1,24 до 1,18%. В кожуре содержание кислот на протяжении всего процесса созревания находилось на уровне 0,3—0,2% (табл. 35).

Таблица 35

Изменения в содержании кислот при созревании мандаринов в %

Дата наблюдений	Окраска кожуры плодов	Мякоть	Кожура
4 октября	Зеленая	2,96	0,26
18 октября	Первые признаки пожелтения	2,42	0,24
2 ноября	Пожелтение $^1/_3$ поверхности	1,26	0,24
16 ноября	Полужелтая	1,24	0,21
27 ноября	Желтая	1,17	0,21
10 декабря	„	1,18	0,20

Полученные данные по химическому составу плодов на различных этапах созревания приводят к выводу, что низкие вкусовые достоинства недозрелых плодов определяются не столько малым содержанием в них сахаров, сколько высоким содержанием кислот. В то же время на последних этапах созревания, когда содержание кислот почти не уменьшается, а содержание сахаров продолжает возрастать, улучшение вкуса плодов обусловлено в основном повышением их сахаристости. В мандаринах, например, содержание кислот на последних этапах созревания уменьшилось с 1,24 до 1,18%, тогда как содержание сахаров возрос-

ло с 6,33 до 8,30%. Величина сахаро-кислотного коэффициента повысилась с 5 до 7. В апельсинах сорта Вашингтон Навел содержание кислот за период с 14 декабря по 6 января уменьшилось с 1,15 до 1,03%, а содержание сахаров возросло с 7,34 до 9,42%. Сахаро-кислотный коэффициент увеличился за тот же период с 6,4 до 9,2.

Отношение сахара к кислоте не всегда, однако, характеризует вкусовые достоинства плодов. Высокое отношение сахара к кислоте может быть и при общем низком содержании сахаров и кислот, в этом случае, несмотря на высокий сахаро-кислотный коэффициент, вкусовые достоинства плодов являются низкими. В связи с этим сахаро-кислотный коэффициент не может служить показателем зрелости цитрусовых.

Поэтому нельзя согласиться с В. И. Шелапутиным и З. З. Бочаровой [69], которые рекомендуют определять съемную зрелость плодов по отношению общего количества растворимых веществ (по рефрактометру) к содержанию лимонной кислоты.

Содержание витамина С в мандаринах и апельсинах на протяжении всего процесса созревания как в мякоти, так и в кожуре непрерывно возрастает. В отдельные годы общее содержание витамина С колеблется, но в течение трех лет подряд в зеленых плодах содержание его было ниже, чем в желтых (табл. 36).

Таблица 36

Содержание витамина С в мандаринах в зависимости от степени зрелости в *мг* %

Степень зрелости плодов	Годы				
	1947	1948		1949	
	мякоть	мякоть	кожура	мякоть	кожура
Зеленые	22	32	99	38	77
Полужелтые	31	35	114	43	134
Желтые	31	39	130	45	148

При исследовании апельсинов сорта Местный содержание витамина С составило: в мякоти зеленых плодов 47 *мг*%, в кожуре 103 *мг*%, а в желтых плодах соответственно 65 и 200 *мг*%.

По мере созревания лимонов содержание витамина С, наоборот, несколько снижается.

Приводим данные по содержанию витамина С в лимонах различной степени зрелости (в *мг*%).

	Мякоть	Кожура
Зеленые	59	146
Светлозеленые	47	108
Светложелтые	47	100

Таким образом, если учитывать только два важнейших показателя, характеризующих качество лимонов,— содержание кислот и витаминов С, предпочтение следовало бы отдать зеленым плодам. Такой вывод, однако, весьма ошибочен, так как необходимо учесть еще другой, не менее важный фактор, характеризующий вкусовые достоинства плодов и связанный с содержанием в них лимонина. По мере же созревания лимонов содержание лимонина в них снижается. Поэтому более зрелые лимоны не обладают тем горьким привкусом, который свойственен зеленым лимонам.

Исследование химического состава плодов показало, что во время созревания в их тканях возрастает содержание спирта (табл. 37). Последнее должно быть связано с усилением в плодах процессов анаэробного дыхания.

Таблица 37

Содержание спирта в цитрусовых плодах различной зрелости в *мг* %

Виды плодов	Зеленые	Полужелтые	Желтые
Мандарины	15	26	35
Апельсины	13	16	20

Ю. В. Ракитин [45] считает, что процесс созревания всех плодов, имеющих мясистый перикарпий, состоит из двух основных этапов.

Первый этап начинается с оплодотворения почки и продолжается до созревания семян; он характеризуется преобладанием в плодах процессов синтеза над процессами распада, что связано с ростом клеток и накоплением высокомолекулярных соединений.

Второй этап начинается с созревания семян и продолжается до полного созревания перикарпия; он характеризуется переходом семян в состояние «покоя» и превалированием в тканях перикарпия процессов гидролитического распада над процессами синтеза.

Автор экспериментально показал, что переход плодов от первого этапа ко второму обусловлен ослаблением окислительных процессов и относительным усилением процессов анаэробного распада, в результате которых образуется этиловый спирт, этилен и ряд других веществ, обладающих поверхностной активностью.

Исходя из учения А. И. Опарина об обратимости действия ферментов в живой клетке, Ю. В. Ракитин считает, что все эти вещества, и в первую очередь этилен, достигнув определенной концентрации, способствуют переходу ферментов из адсорбированного состояния в раствор и тем самым изменяют направлен-

ность действия ферментов в сторону усиления их гидролитической активности. Последнее способствует ускорению перехода плодов от первого этапа развития ко второму, что приводит к ускорению всего процесса созревания.

Однако не только усилением анаэробных процессов характеризуются изменения в дыхательном газообмене плодов во время созревания. Проведенными нами наблюдениями установлено, что на последних этапах созревания цитрусовых — мандаринов, апельсинов и лимонов, наряду с увеличением в их тканях содержания спирта, одновременно возрастает и устойчивость плодов по отношению к анаэробиозу, что видно из следующих данных, характеризующих степень. сопротивляемости плодов возникновению в их тканях анаэробного обмена при недостатке кислорода. Опыты проводили по методике, описанной в главе II. Устойчивость к анаэробиозу выражена в см² площади «отрицательного давления», образующегося в сосуде с плодами, лишенными притока кислорода.

Мандарины полужелтые	0,89
Мандарины желтые	2,16
Апельсины полужелтые	2,59
Апельсины желтые	3,82
Лимоны зеленые	4,30
Лимоны светложелтые	15,20

Графически результаты проведенных наблюдений представлены на рис. 14.

Таким образом, потенциальная способность тканей поддерживать на определенном уровне нормальный дыхательный газо-

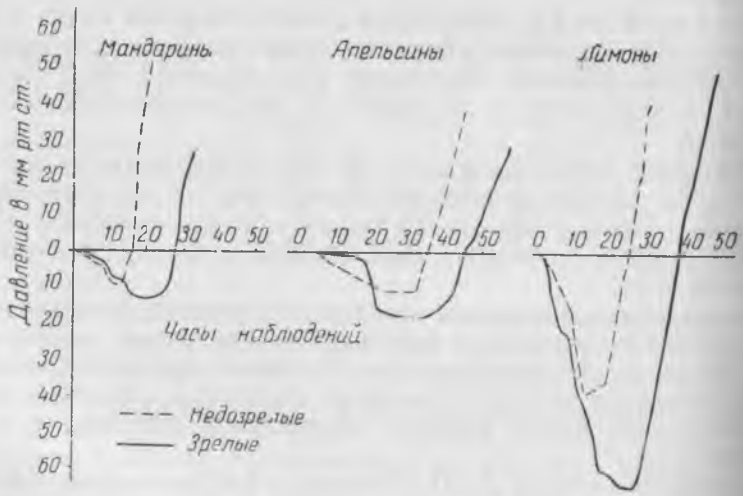

Рис. 14. Сопротивляемость различных видов цитрусовых плодов возникновению анаэробного обмена в зависимости от степени зрелости (ориг.).

обмен в условиях недостатка кислорода при созревании плодов возрастает в 2—3 раза.

Возрастание указанной способности обусловлено, видимо, серьезной перестройкой всего процесса дыхания цитрусовых плодов во время их созревания. Как показано Б. А. Рубиным и его сотрудниками [49], по мере созревания плодов уменьшается количество участвующих в дыхательном процессе так называемых металлсодержащих ферментов (содержащих в простетических группах железо или медь) и сильно возрастает количество ферментов, не содержащих тяжелых металлов.

Б. А. Рубин считает, что последней группе ферментов принадлежит основная роль в защитных реакциях растительного организма против инфекции, во взаимодействии тканей с токсинами, а также в защите от таких факторов, как недостаток кислорода.

Таким образом, с одной стороны, если судить по динамике накопления спирта, период созревания обусловлен усилением в плодах анаэробных процессов, что должно привести к ослаблению их устойчивости. С другой стороны, в процессе созревания плоды приобретают определенные свойства, обеспечивающие успешную их сопротивляемость отрицательному влиянию тех же процессов анаэробного распада. Этим подтверждается высказанное еще в 1935 г. Б. А. Келлером [14] положение, что «те условия существования, которые мы считаем неблагоприятными и от которых растения должны «защищаться», на самом деле могут входить в диалектическое единство среды и растения, давая последним в природе надлежащую жизнеспособность» (стр. 7). С возрастанием в плодах в процессе созревания свойств сопротивляемости и связано огромное влияние степени зрелости плодов на последующую их лежкость.

ФИЗИОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ПЛОДАХ ЦИТРУСОВЫХ В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ДОЗРЕВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

При изучении химического состава плодов во время хранения необходимо всегда иметь в виду, что из-за непрерывно происходящего процесса испарения воды относительное количество сухих веществ может увеличиваться. При хранении плодов в условиях низкой относительной влажности испарение воды происходит интенсивнее, чем расходование пластических веществ на дыхание, вследствие чего относительное содержание последних в плодах возрастает. В связи с этим наблюдаемое во время хранения повышение сахаристости плодов частично обусловливается испарением воды. Чтобы получить представление о фактических изменениях в содержании сахаров, необходимо знать размеры потерь в весе плодов за исследуемый период хранения и полученные данные по содержанию сахаров в плодах привести к исходному весу.

Это положение общеизвестно, и мы останавливаемся на нем лишь потому, что в публикуемых данных об изменениях химического состава плодов в процессе хранения такого рода перерасчеты иногда не делаются, что не дает возможности судить о фактических изменениях в содержании тех или иных веществ.

Для получения более точных данных об изменении содержания в плодах различных веществ при хранении необходимо учитывать весовые потери кожуры и мякоти отдельно, так как они сильно различаются между собой.

Так, по данным Н. П. Оноховой [41], при уменьшении веса плодов за время хранения на 25% вес мякоти уменьшается на 10%, а кожуры на 60%. По данным М. А. Кудрявцевой [25], при хранении мандаринов содержание воды в плодовой мякоти уменьшилось на 13,1%, а в кожуре на 46,6%. Общая высокая величина потерь в этих опытах, несомненно, объясняется тем, что плоды хранились при относительно высокой температуре и низкой влажности воздуха.

Мы провели ряд специальных наблюдений для установления размеров весовых потерь в плодовой мякоти и кожуре.

Один из проведенных опытов заключался в следующем: 100 мандаринов одного сорта, одинаковых по размеру и степени зрелости, хранили при температуре 2°. Перед закладкой плодов на хранение определяли вес 10 мандаринов (отдельно целых плодов и тканей—кожуры и мякоти), а также содержание в них сухих веществ. Затем периодически отбирали следующую партию—из 10 мандаринов — и проводили с ней такие же анализы. Полученные данные сведены в табл. 38.

Таблица 38

Изменения в весе мандаринов и содержании сухих веществ и воды при хранении

(в г на один плод)

Дата наблюдений	Вес мякоти	Вес кожуры	Вес плода	Содержание воды		Содержание сухих веществ	
				мякоть	кожура	мякоть	кожура
23 декабря	49,42	16,53	65,95	43,53	12,59	5,89	3,94
11 января	47,82	16,32	64,14	42,13	12,34	5,69	3,98
25 января	47,41	15,63	63,04	42,13	11,77	5,28	3,86
19 февраля	45,77	14,81	60,58	40,56	11,11	5,21	3,70
3 марта	44,73	14,49	59,22	39,94	11,00	4,79	3,49
Потери	4,69	2,04	6,73	3,59	1,59	1,10	0,45

На основании проведенного опыта было установлено, что на протяжении всего периода хранения постепенно уменьшается вес кожуры и мякоти. При уменьшении общего веса плодов на

10,2% вес мякоти уменьшился на 9,5%, а кожуры на 12,3%, то есть вес кожуры уменьшился на 30% больше веса мякоти.

Весовые потери обусловлены главным образом испарением воды. В среднем на долю испарения воды приходится $^3/_4$ от всех весовых потерь; на долю сухих веществ — лишь $^1/_4$.

Наблюдения за изменениями химического состава плодов различной степени зрелости в процессе их хранения мы проводили в течение трех лет. Исследовали плоды различной степени зрелости, убиравшиеся с одного участка в один и тот же день. Непосредственно после съема плоды обертывали в бумагу, упаковывали в стандартные ящики и затем хранили при строго одинаковых условиях. Результаты наблюдений оказались в общем близкими между собой, и поэтому ниже приводятся лишь некоторые из них, являющиеся наиболее типичными.

При хранении мандаринов — желтых и полужелтых—при температуре 4—5° содержание сахара в кожуре непрерывно уменьшалось и за четыре месяца снизилось почти вдвое. В мякоти же полужелтых плодов за первый месяц хранения содержание сахаров возросло с 6,37 до 7,03%, в желтых — с 7,52 до 8,33%; в дальнейшем оно незначительно уменьшилось. В результате к концу хранения содержание сахаров в полужелтых плодах так и осталось на более низком уровне, чем в желтых; в первом случае — 6,65, во втором — 7,34% (табл. 39).

Таблица 39

Изменения в содержании сахаров при хранении мандаринов

(в % к исходному весу)

Дата наблюдений	Полужелтые плоды						Желтые плоды					
	мякоть			кожура			мякоть			кожура		
	моносы	сахароза	общее количество сахаров	моносы	сахароза	общее количество сахаров	моносы	сахароза	общее количество сахаров	моносы	сахароза	общее количество сахаров
26 ноября	1,91	4,46	6,37	4,76	2,35	7,11	2,12	5,40	7,52	5,92	2,65	7,97
10 января	1,99	5,04	7,03	4,67	1,08	5,75	2,63	5,70	8,33	4,88	1,27	6,15
11 февраля	1,98	4,84	6,82	4,04	0,94	4,98	2,17	5,25	7,42	4,33	1,25	5,58
3 апреля	1,85	4,80	6,65	3,01	0,74	3,75	2,15	5,19	7,34	3,49	1,02	4,51

Примерно такие же данные были получены в опытах с апельсинами, но повышение содержания сахаров наблюдалось на более позднем этапе хранения. Через 2,5 месяца хранения в мякоти полужелтых плодов содержание сахаров возросло с 4,85 до 5,58%, а в мякоти желтых плодов — с 5,33 до 6,22%.

В кожуре плодов содержание сахаров в течение всего периода хранения непрерывно уменьшалось (табл. 40).

Таблица 40

Изменения в содержании сахаров при хранении апельсинов

(в % к исходному весу)

Дата наблюдений	Полужелтые плоды						Желтые плоды					
	мякоть			кожура			мякоть			кожура		
	моносы	сахароза	общее количество сахаров	моносы	сахароза	общее количество сахаров	моносы	сахароза	общее количество сахаров	моносы	сахароза	общее количество сахаров
18 декабря	2,42	2,43	4,85	5,60	1,30	6,90	2,38	2,85	5,23	6,66	1,62	8,28
5 февраля	1,95	2,72	4,67	5,13	1,19	6,32	2,48	2,84	5,32	5,42	1,50	6,92
2 марта	2,51	3,07	5,58	4,51	1,11	5,62	3,10	3,12	6,22	5,11	1,14	6,25
10 апреля	2,45	3,09	5,54	4,66	1,08	5,74	2,76	3,01	5,77	4,95	1,12	6,07

Наблюдения были проведены и над лимонами, убранными в трех степенях зрелости: зелеными, светлозелеными и светложелтыми. Однако ни в мякоти лимонов, где сахаров мало, ни в кожуре, где их содержание близко к содержанию сахаров в кожуре мандаринов и апельсинов, возрастание сахаров не наблюдалось.

В результате трехлетних наблюдений было установлено, что в процессе послеуборочного дозревания мандаринов и апельсинов содержание сахаров в плодовой мякоти возрастает, но значительно медленнее, чем изменяется окраска кожуры плодов.

Если кожура недозрелых плодов приобретала цвет зрелых за 15—20 дней, то содержание сахаров возрастало лишь через 45 дней в мандаринах и 75 дней в апельсинах. Поэтому при сопоставлении химического состава недозрелых плодов и плодов в момент приобретения ими окраски, свойственной зрелым плодам, можно и не обнаружить сколько-нибудь заметных изменений в содержании сахаров. Особенно это относится к плодам, дозревание которых было проведено в этилене, когда недозрелые плоды приобретают внешний вид зрелых за какие-нибудь 5—7 дней (табл. 41).

Между тем, в большинстве исследований, посвященных послеуборочному дозреванию цитрусовых, химический состав плодов определяли тотчас же после приобретения ими окраски, свойственной зрелым плодам. В связи с этим авторы подобных исследований неизменно приходили к выводу, что при послеуборочном дозревании цитрусовых содержание сахаров в их тканях не возрастает.

Изменения в содержании сахаров при дозревании мандаринов в этилене

(в % к исходному весу)

Степень зрелости плодов	Мякоть			Кожура		
	инвертный сахар	сахароза	общее количество сахаров	инвертный сахар	сахароза	общее количество сахаров
Свежеубранные зеленые плоды . .	2,12	4,56	6,68	5,80	0,72	6,52
Достигшие желтой окраски в этилене	2,54	4,04	6,58	4,96	0,89	5,85

Однако возрастание содержания сахаров при послеуборочном дозревании цитрусовых настолько незначительно, что, в отличие от других плодов, оно не оказывает сильного влияния на улучшение вкусовых достоинств их при хранении.

Наблюдаемое все же при хранении недозрелых плодов цитрусовых улучшение их вкусовых качеств обусловлено не столько повышением содержания сахаров, сколько, главным образом, снижением излишней кислотности.

Наиболее сильно содержание кислот при хранении уменьшается в мандаринах (табл. 42), что связано с более высокой дыхательной активностью мандаринов.

Таблица 42

Изменения в содержании кислот при хранении цитрусовых плодов, убранных в состоянии полужелтой окраски

(в % к исходному весу плодовой мякоти)

Время наблюдений	Мандарины	Апельсины	Лимоны
Ноябрь	1,09	1,35	5,21
Декабрь	1,03	1,29	5,08
Январь	0,83	1,24	4,92
Февраль	0,67	1,21	4,81

Уменьшение содержания кислот приводит к заметному возрастанию сахаро-кислотного коэффициента в процессе хранения плодов.

Приводим величины сахаро-кислотного коэффициента у свежеубранных цитрусовых плодов и после четырехмесячного хранения при температуре 4—5°.

	[illegible] ные	После четырехмесячного хранения
Мандарины	5,8	9,9
Апельсины	3,6	4,6
Лимоны	0,3	0,4

Менее определенные данные были получены при исследовании изменения содержания витамина С. На основе своих наблюдений А. А. Колесник, В. А. Беляева и К. П. Родэ пришли к выводу, что при хранении мандаринов содержание витамина С возрастает. Между тем строгой последовательности в их опытах не наблюдалось. Так, в одном из опытов содержание витамина С в плодовой мякоти составило в *мг*%:

10 марта	45
9 апреля	35
10 мая	53

Чтобы получить более или менее достоверные данные, мы провели около 100 наблюдений за изменением содержания витамина С в мякоти и кожуре плодов мандарина, апельсина и лимона на различных этапах их хранения. Исследовали плоды всевозможных сортов, убранные в различной степени зрелости.

За время четырехмесячного хранения мандаринов в 41 случае из 54 содержание витамина С в мякоти либо вовсе не изменялось, либо незначительно возрастало, в среднем на 10% по сравнению с исходным его содержанием, а в 13 случаях содержание витамина С уменьшалось на 5%. В кожуре содержание витамина С в 45 случаях из 54 снижалось в среднем на 25%, а в 9 случаях оно не изменялось либо возрастало в среднем на 5%.

Близкими оказались данные в опытах с апельсинами. Изменения в содержании витамина С при хранении мандаринов и апельсинов, убранных в различной степени зрелости, характеризуются данными, представленными в табл. 43.

Таблица 43

Изменения в содержании витамина С при хранении цитрусовых плодов в *мг* %

Виды плодов	Мякоть				Кожура			
	декабрь	февраль	март	апрель	декабрь	февраль	март	апрель
Мандарины сорта Уншиу:								
полужелтые	33	35	31	30	111	85	79	70
желтые	34	36	35	36	119	105	86	82
Апельсины сорта Местный:								
полужелтые	57	61	51	52	136	115	110	119
желтые	70	62	—	62	179	136	127	123

Известно, что изменение содержания витамина С при хранении плодов и овощей сильно колеблется в зависимости от их вида и сорта, хотя сама сущность происходящих при этом процессов еще до последнего времени окончательно не выяснена. В. Н. Букин [4], например, считает, что сохранение уровня содержания аскорбиновой кислоты зависит от активности дегидразной системы, благодаря которой часть окисленной формы аскорбиновой кислоты непрерывно вновь восстанавливается. По мнению же Б. А. Рубина, оно определяется не столько восстановлением дегидроформы, сколько новообразованием аскорбиновой кислоты в результате специфически направленного процесса аэробного окисления молекулы сахара.

Б. А. Рубин и Н. С. Спиридонова [50] на основании своих опытов с шиповником и тыквой пришли к выводу, что сохранение уровня содержания аскорбиновой кислоты в плодах этих растений, обладающих низкой окислительной активностью, достигается за счет поступления ее из листьев, относительная активность которых достаточно высока.

В цитрусовых плодах наблюдается полная корреляция между окислительной активностью тканей и высоким содержанием в них аскорбиновой кислоты.

Ткани кожуры, отличающиеся от плодовой мякоти большей окислительной активностью, характеризуются в то же время и более высоким содержанием аскорбиновой кислоты. Возможно, что в кожуре, в отличие от мякоти, происходят процессы новообразования аскорбиновой кислоты, причем некоторая часть последней мигрирует в плодовую мякоть, чем и объясняется наблюдаемое иногда возрастание в ней содержания аскорбиновой кислоты.

Вопрос этот представляет, несомненно, большой интерес и должен явиться предметом специального изучения. Практически же следует считать, что при послеуборочном дозревании и хранении цитрусовых плодов содержание аскорбиновой кислоты в мякоти почти не изменяется, а в кожуре непрерывно уменьшается в довольно значительных размерах.

При хранении цитрусовых плодов в них заметно уменьшается содержание эфирных масел. Согласно нашим наблюдениям, за время четырехмесячного хранения содержание эфирных масел снизилось в мандаринах на 35%, в апельсинах на 20% и в лимонах на 40%. Ниже приведены данные изменения в содержании эфирных масел при хранении плодов (в % к весу флаведо).

	Свежеубранные плоды	Плоды после четырехмесячного хранения
Мандарины	1,2	0,8
Апельсины	2,0	1,6
Лимоны	2,4	1,4

результаты свидетельствуют о том, что хотя вкусовые качества недозрелых плодов в процессе послеуборочного дозревания несколько улучшаются, но все же они значительно ниже, чем у плодов, нормально созревших на материнском растении.

Дело, однако, не только во вкусовых качествах плодов. При послеуборочном дозревании, так же как и при созревании на материнском растении, в плодах усиливаются анаэробные процессы, результатом которых является накопление в их тканях спирта,

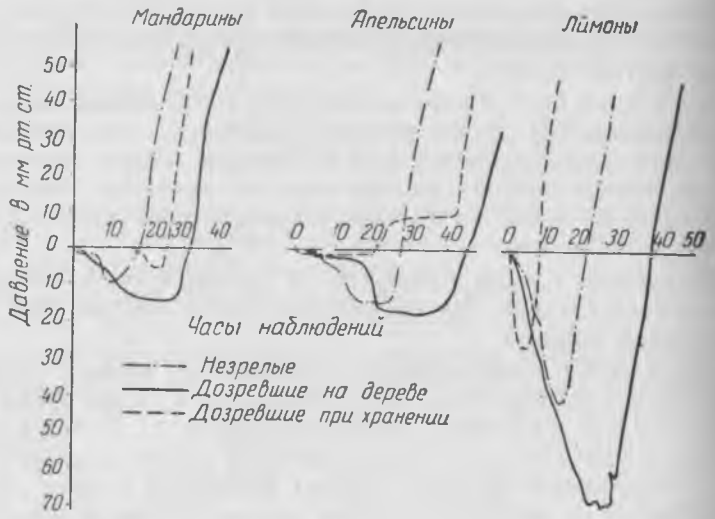

Рис. 15. Сопротивляемость различных видов цитрусовых плодов возникновению анаэробного обмена в зависимости от условий созревания (ориг.).

ацетальдегида и других соединений промежуточного типа. Так, при послеуборочном дозревании мандаринов, то есть по мере перехода полужелтой окраски в желтую, содержание спирта в них возросло с 26 до 40 *мг*%; в апельсинах, соответственно, с 16 до 38 *мг*%. Однако при созревании плодов на материнском растении, как мы уже видели, одновременно усиливается их сопротивляемость по отношению к процессам анаэробного распада. При послеуборочном же дозревании сопротивляемость не возрастает, а, наоборот, ослабевает, что видно из данных, графически изображеных на рис. 15 и представленных ниже.

Мандарины сорта Уншиу	Сопротивляемость плодов возникновению анаэробного обмена (в условных единицах)
Полужелтые свежеубранные	0,89
Желтые при созревании на растении .	2,88
Желтые при послеуборочном дозревании	0,23

Апельсины сорта

Полужелтые свежеубранные	2,19
Желтые при созревании на растении . .	3,82
Желтые при послеуборочном дозревании	0,20

Лимоны сорта Новогрузинский

Зеленые свежеубранные	3,57
Светложелтые при созревании на растении	15,99
Светложелтые при послеуборочном дозревании	1,43

Если в процессе созревания мандаринов на материнском растении потенциальная способность их противостоять анаэробиозу возросла почти в 3 раза, то в процессе послеуборочного дозревания плодов эта способность в 4 раза уменьшилась. Такие же данные получены для апельсинов и лимонов.

В этом заключаются серьезнейшие качественные отличия плодов, созревающих на материнском растении, от плодов, дозревающих в искусственных условиях, определяющие различную их лежкость.

Причины усиления в плодах анаэробных процессов во время созревания и хранения, точно так же, как и ослабление устойчивости плодов по отношению к анаэробиозу во время хранения, связаны с постепенным ослаблением способности ферментной системы тканей плодов вовлекать в дыхательный газообмен молекулярный кислород. В плодах, развивающихся на материнском растении, эта способность постепенно возрастает и лишь по достижении определенного максимума падает. Начиная же с момента уборки плодов и на протяжении всего периода их хранения способность тканей усваивать кислород непрерывно снижается, что и приводит к усилению в плодах анаэробных процессов, значительному накоплению в них продуктов анаэробного обмена и, в конечном счете, к снижению устойчивости.

Весьма убедительными в этом отношении являются данные исследований Т. М. Ивановой, согласно которым плоды в зависимости от степени зрелости по-разному усваивают кислород из окружающей среды. Так, в свежеубранных, совершенно зеленых плодах, помещенных в газонепроницаемые баллоны, 20 часов продолжалось нормальное дыхание, причем состояние анаэробиоза наступило после того, как в баллоне содержание кислорода снизилось до 3,8%. В плодах, убранных по достижении ими так называемой съемной зрелости и помещенных в такие же баллоны, нормальное дыхание продолжалось 30 часов, причем состояние полного анаэробиоза наступило лишь после того, как содержание кислорода в баллоне снизилось до 1%. Те же плоды, будучи помещены в баллоны через три месяца после уборки, оказались способными сопротивляться анаэробиозу лишь в течение 9 часов,

13% кислорода.

Таким образом, ткани хранящихся плодов, вследствие ослабления у них способности усваивать кислород, могут осуществлять нормальное дыхание лишь при более высоких концентрациях кислорода по сравнению со свежеубранными плодами, достигшими определенной степени зрелости.

В зарубежной литературе, касающейся физиологии созревания плодов, много внимания уделяется так называемому климактериксу, или точнее климактерической точке дыхания. Термин «климактерикс» означает «подъем», в физиологии под климактериксом подразумевается угасающая или конечная стадия развития.

Применительно к дыханию плодов термин «климактерикс» впервые ввели английские физиологи Кид и Вест. Проведенные ими исследования показали, что в предуборочный период интенсивность дыхания у многих сортов яблок и груш снижается, затем она вновь возрастает и после того, как достигает определенного максимума, падает. Точка максимального подъема дыхания и названа климактерической. Установлено, что у ряда плодов вслед за падением дыхания наступает старение и отмирание тканей.

У цитрусовых плодов явление климактерикса изучено мало. Наблюдения, проведенные на одной из австралийских опытных станций [93], показали, что апельсины, убранные в 3 срока, сильно различались по времени наступления климактерической точки дыхания, но обладали одинаковой лежкостью.

Климактерикс в этих опытах устанавливался по наибольшему количеству углекислоты, выделенной плодами во время хранения при постоянной температуре 5°. У плодов, убранных в июне, климактерикс наступил через 60 дней после сбора, у плодов, убранных в июле, через 30 дней, а у плодов, убранных в августе, в момент уборки.

Устойчивость этих трех партий при хранении была одинаковой.

Наблюдения той же станции, проведенные в другом районе Австралии, показали, что наибольшей лежкостью обладали те апельсины, которые были убраны в момент наступления климактерикса.

Даже один этот пример показывает, что роль климактерикса в явлениях лежкости еще далеко не выяснена. Детальные исследования данного вопроса, несомненно, представляют большой интерес.

ЛЕЖКОСТЬ ПЛОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ

Для изучения влияния степени зрелости на сохраняемость плодов нами были проведены опыты с мандаринами и апельсинами полужелтой и желтой окраски, убранными одновременно, и с

плодами желтой окраски, убранными в разные сроки. Таким образом, удалось проследить за процессом хранения плодов не только в зависимости от окраски, но и в зависимости от времени уборки.

Исследованы были также лимоны, убранные одновременно, но отличавшиеся по окраске кожуры (зеленые, светлозеленые и светложелтые). Для каждого варианта опытов отбирали плоды среднего размера, выращенные на одном и том же участке и упакованные в стандартные ящики. Все плоды помещали в одно хранилище при температуре 4—5° и относительной влажности воздуха 85%.

Наибольшее число наблюдений провели над мандаринами. За 3 года получены достаточно согласованные данные, свидетельствующие о лучшей лежкости зрелых плодов по сравнению с недозрелыми. Общие размеры потерь в отдельные годы были различными, однако за все годы неизменно наблюдалось, что желтые плоды всегда сохранялись лучше, чем полужелтые (табл. 44).

Таблица 44

Общее количество хорошо сохранившихся мандаринов, убранных в различной степени зрелости, в %

Степень зрелости плодов	Годы исследования		
	1947—1948	1948—1949	1949—1950
Желтые	92,9	97,7	98,4
Полужелтые	86,9	94,7	96,3

О размерах порчи мандаринов различной степени зрелости в зависимости от продолжительности хранения можно судить по данным табл. 45.

Таблица 45

Размеры порчи мандаринов различной степени зрелости в %

Продолжительность хранения в днях	Желтые плоды			Полужелтые плоды		
	технический брак	отходы	общая порча	технический брак	отходы	общая порча
50	0,3	0,4	0,7	1,8	1,5	3,3
80	0,6	1,0	1,6	1,8	1,9	3,7
110	14,2	4,7	18,9	15,3	12,9	28,2

Особенно сильно проявились различия в лежкости зрелых и недозрелых плодов при хранении их в условиях высокой температуры. Это видно из данных табл. 46, характеризующих размеры

[illegible] при температуре 4—5 и 12—13°. Для хранения были отобраны плоды трех степеней зрелости: полужелтые, желтые, оранжевые.

Таблица 46

Размеры порчи мандаринов различной степени зрелости в зависимости от температурного режима хранения в %

Степень зрелости плодов	Температура хранения					
	4—5°			12—13°		
	14 января	15 февраля	20 марта	14 января	15 февраля	20 марта
Оранжевые	0	0	20,8*	0	1,8	11,4
Желтые	0,4	0,8	8,7	0,2	8,5	56,5
Полужелтые	0,8	10,3	23,4	9,6	61,4	Хранение прекращено

* Плоды были осмотрены на месяц позднее — 25 апреля.

Меньшую порчу при хранении желтых плодов по сравнению с полужелтыми можно объяснить более высокой их устойчивостью по отношению к микроорганизмам и физиологическим заболеваниям.

При искусственном заражении свежеубранных плодов разной зрелости культурой гриба Penicillium italicum не обнаружено каких-либо серьезных различий в степени их устойчивости по отношению к грибу. Более того, вначале развитие гриба на полужелтых плодах мандарина происходило даже медленнее, чем на желтых. Однако при заражении плодов в процессе хранения полужелтые плоды неизменно оказывались менее устойчивыми по сравнению с желтыми плодами. Достаточно характерными в этом отношении являются данные, представленные на рис. 16, характеризующие площадь пораженной поверхности плодов при искусственном заражении свежеубранных мандаринов, а также после 2,5 месяца хранения.

Свежеубранные лимоны, независимо от степени зрелости, не заражались грибом, тогда как при заражении лимонов после двухмесячного хранения площадь пораженной поверхности на 6-й день после заражения в среднем составила: на зеленых плодах 2,77 *см*², на светложелтых 1,05 *см*².

Зрелые плоды более устойчивы по отношению к физиологическим заболеваниям, чем зеленые плоды. Эта закономерность осо-

бенно отчетливо наблюдается у лимонов, которые на [illegible] совых наиболее подвержены таким заболеваниям, что видно из следующих данных.

Степень зрелости плодов	Процент плодов с физиологическим заболеванием после 4,5 месяца хранения
Апельсины желтые	6,2
Апельсины полужелтые	8,7
Лимоны светлозеленые с легким пожелтением	27,9
Лимоны зеленые	44,9

Возрастание у лимонов в процессе созревания устойчивости к физиологическим заболеваниям отмечено и в опытах А. А. Колесника.

Рис. 16. Скорость распространения инфекции на мандаринах разной степени зрелости при искусственном заражении грибком Penicillium italicum (ориг.).

Степень зрелости плодов влияет также и на размеры весовых потерь при хранении, а так как весовые потери обусловлены главным образом испарением воды, то оно, естественно, оказывает непосредственное влияние на ослабление устойчивости плодов. По данным Г. И. Соляникова, товарный вид зеленых мандаринов уже через месяц хранения в условиях полуподвального помещения сильно ухудшился вследствие увядания плодов, тогда как желтые плоды не увяли и после 3 месяцев хранения.

В наших опытах при хранении полужелтых и желтых плодов при температуре 4—5° не наблюдалось столь сильных различий в степени увядания плодов. Тем не менее размеры убыли в весе при хранении недозрелых плодов были несколько выше, чем у зрелых (табл. 47).

Таблица 47

Потери в весе цитрусовых плодов при хранении в зависимости от различной степени зрелости в %

Продолжительность хранения в месяцах	Мандарины		Лимоны	
	полужелтые	желтые	светлозеленые	светложелтые
2	4,8	4,2	3,9	4,5
4	8,3	7,4	7,0	7,2

Лежкость плодов изменяется не только в зависимости от их скраски, но и в зависимости от времени уборки. Ниже приведены размеры порчи мандаринов при хранении в зависимости от времени уборки (в % нарастающим итогом).

Дата наблюдений	Уборка 19/XI	Уборка 7/XII
5 января	0,4	0,5
7 февраля	2,3	1,1
8 марта	13,7	8,2

Следовательно, для длительного хранения необходимо прежде всего использовать наиболее созревшие плоды.

Необходимо, однако, иметь в виду, что в советских субтропиках вследствие неблагоприятных погодных условий уборка всего урожая цитрусовых должна быть закончена уже во второй половине декабря, хотя к этому времени значительная часть плодов, особенно апельсинов, еще не успевает созреть. Запаздывание с уборкой может привести не только к гибели урожая текущего года, но в случае снегопада деревья при неубранном урожае не смогут выдержать снегового покрова и обломаются. В связи с этим возникает вопрос, не целесообразнее ли убрать весь урожай заблаговременно, если даже еще имеются недозрелые плоды, и затем уже доводить их до нормальной зрелости в искусственных условиях и, в частности, в атмосфере этилена.

То, что этилен значительно ускоряет процесс дозревания плодов, установлено на основании большого количества работ советских и зарубежных специалистов. Однако следует иметь в виду, что лежкость плодов после дозаривания в этилене сильно ухудшается.

В США уже вскоре после широкого применения этилена для дозаривания цитрусовых плодов было замечено, что обработка этиленом значительно сокращает возможный срок хранения плодов и приводит к возрастанию размеров потерь, главным образом за счет порчи у плодоножки [78, 83].

Тем не менее в США для дозаривания цитрусовых продолжают применять этилен. Объясняется это тем, что американские торгово-сбытовые фирмы прежде всего заинтересованы в улучшении внешнего вида плодов, для чего этилен вполне пригоден.

Характерной в этом отношении является позиция некоторых американских специалистов, которые считают, что, поскольку применение этилена для улучшения внешнего вида плодов признано необходимым, нельзя избежать порчи плодов при хранении, вызываемой этиленом [85].

Насколько сильно ухудшается лежкость цитрусовых плодов после дозаривания в этилене, свидетельствуют данные следующих проведенных нами опытов по дозариванию трех партий мандаринов и двух партий апельсинов. Каждая партия состояла из зеленых плодов, достигших стандартного, среднего размера. В камерах для дозаривания температуру воздуха поддерживали в пределах 25° и вводили этилен ежедневно из расчета 1 : 3000. Перед введением этилена камеру проветривали в течение двух часов. В камере плоды находились 5—7 дней до приобретения ими полужелтой окраски, после чего их переносили в хранилище, в котором температура равнялась 4—5° и относительная влажность воздуха 85%.

Во всех партиях уже через месяц хранения плоды были сильно поражены коричневой пятнистостью, причем сильнее всего — у места прикрепления плодоножки.

Исследование химического состава плодов показало, что за время пребывания в этиленовой камере в их тканях сильно возросло содержание спирта. В мандаринах, например, содержание спирта в среднем увеличилось с 15 до 28 *мг*%, а в апельсинах — с 11 до 57 *мг*%.

Правда, и на материнском растении содержание спирта в плодах в процессе созревания плодов также возрастает и тем не менее лежкость их не ухудшается, а, наоборот, улучшается.

Но, во-первых, при созревании плодов на материнском растении, как уже отмечалось, одновременно возрастает внутренняя сопротивляемость тканей, что выражается усилением их способности активизировать дыхание при инфекции и других неблагоприятных условиях.

Во-вторых, плоды на материнском растении созревают более длительное время, чем в этилене, поэтому спирт накапливается в них постепенно, в результате чего устраняется его «раздражающее» влияние на растительную ткань, что наблюдается при искусственном введении этилена.

Ю. В. Ракитин считает, что в усилении в плодах анаэробных процессов и заключается стимулирующее действие этилена на процесс созревания. Но с этими же процессами связано и возникновение физиологических заболеваний плодов и ослабление их лежкости.

Наконец, ухудшение лежкости плодов после дозаривания в этилене обусловлено резкой сменой условий внешней среды при дозаривании и последующем хранении. Дозаривание осуществляется не только в атмосфере, обогащенной этиленом, но и при высокой температуре 20—25°, тогда как дальнейшее хранение

проводится при температуре 3—6°. Между тем даже кратковременные, но резкие колебания температуры, как показано А. И. Оринным [42], резко ослабляют устойчивость растительного организма и делают его гораздо более восприимчивым к инфекции.

На основании изложенного можно сделать вывод, что этилен нельзя применять для дозаривания плодов, предназначенных для транспортировки на дальнее расстояние, а тем более для продолжительного хранения.

Так как оттягивать уборку цитрусовых плодов до полного созревания их на материнском растении практически невозможно, а искусственное дозаривание плодов в этилене приводит к ослаблению их лежкости, необходимо организовать дифференцированное использование урожая плодов в зависимости от степени зрелости. Это означает, что наряду с широким применением выборочной уборки урожая по мере созревания плодов, необходимо отбирать для хранения в первую очередь наиболее вызревшие плоды, как обладающие лучшей лежкостью.

Лучшая лежкость более зрелых плодов установлена не только в отношении цитрусовых. Зимние сорта яблок, в отличие от летних, убранные в наиболее зрелом состоянии, также обладают большей лежкостью.

З. А. Метлицкий и А. А. Комякова [32] на основании трехлетнего изучения сроков съема яблок в средней полосе Союза пришли к выводу, что ни один фактор не снижает так способности плодов к длительной лежке, как преждевременный их съем.

Чем же можно объяснить улучшение лежкости плодов в процессе созревания?

Ответить на этот вопрос можно, исходя лишь из основных положений мичуринской биологии, рассматривающей все свойства, присущие растительному организму, как биологически необходимые, возникающие в результате приспособления к тем или иным условиям внешней среды.

Известно, что плод является тем органом, который способствует расселению вида; в свою очередь наибольшее расселение вида, естественно, может быть обеспечено в том случае, если плоды будут созревать не одновременно, а в течение возможно более длительного срока.

Вместе с тем в процессе созревания плодов содержащиеся в их тканях сложные органические вещества превращаются в более простые соединения, за счет которых формируются и созревают семена. В результате такого рода превращений ткани плодов становятся более благоприятным субстратом для развития микроорганизмов. Следовательно, чтобы семена могли нормально созреть для выполнения своей основной функции по воспроизведению вида, в тканях плодов должны одновременно возрасти защитные свойства против инфекции.

С другой стороны, последние этапы созревания плодов происходят в условиях постепенно снижающейся температуры наруж-

ного воздуха. Поскольку низкие температуры способствуют возникновению физиологических заболеваний, то и по отношению к последним у плодов также должны выработаться соответствующие защитные свойства. Сказанное подтверждается приведенными выше данными, согласно которым в процессе созревания у цитрусовых плодов возрастает устойчивость по отношению к физиологическим заболеваниям, благодаря чему зрелые плоды, а также плоды, убранные в более поздние сроки, можно хранить при более низкой температуре, чем недозрелые. Проведенные в

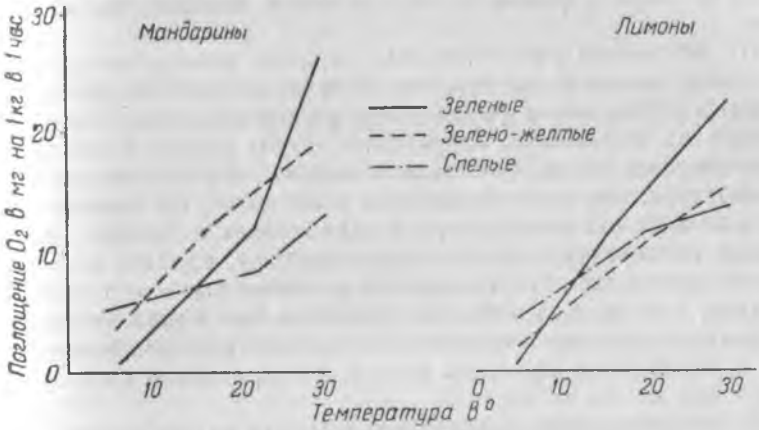

Рис. 17. Интенсивность дыхания плодов при различной температуре в зависимости от степени зрелости (по Б. А. Рубину).

Институте биохимии имени А. Н. Баха наблюдения над интенсивностью дыхания цитрусовых плодов показали, что в условиях пониженной температуры дыхание недозрелых плодов происходит слабее, чем зрелых, тогда как в условиях повышенной температуры, наоборот, недозрелые плоды дышат энергичнее зрелых (рис. 17).

Небезинтересно в связи с этим отметить, что, согласно некоторым данным, в США, где сбор цитрусовых плодов производится летом и зимой, для сохранения плодов зимнего сбора рекомендуются более низкие температуры, чем для плодов летнего сбора [74, 75]. Так, для апельсинов сорта Вашингтон Навел первого сбора рекомендуется температура хранения 10°, второго сбора 7° и третьего сбора 4°.

Таким образом, при пребывании плодов на материнском растении в условиях постепенно снижающейся температуры в них развивается сопротивляемость действию пониженных температур в процессе последующего хранения. Происходит нечто вроде «закалки» плодов наподобие известной в овощеводстве «закалки» рассады, основанной на воздействии пониженной температуры на

молодые растеньица, в результате чего холодостойкость полученных из них растений при высадке в открытый грунт оказывается более высокой.

Известно, правда, что северные плоды и, в частности, яблоки, произрастающие в Сибири, особенно в горных и северных районах, характеризуются низкой лежкостью. Однако в Сибири, вследствие очень короткого вегетационного периода и быстрого наступления морозов, период созревания плодов очень короток, в результате чего плодовые породы там представлены преимущественно летними сортами, отличающимися вообще низкой лежкостью.

На основании рассмотренных данных можно предположить, что более низкая лежкость плодов летних сортов по сравнению с зимними обусловлена различными условиями, при которых происходит их созревание. Созревание летних сортов начинается и заканчивается летом, то есть при высокой и относительно ровной температуре, тогда как созревание поздних сортов начинается летом при высокой температуре и заканчивается осенью при более низкой температуре. Летние сорта поэтому, видимо, и обладают плохой лежкостью, что, созревая в условиях высокой температуры воздуха, они не выдерживают хранения при пониженных температурах, а хранение при высоких температурах неизбежно приводит к увеличению размеров потерь и сокращению сроков хранения.

Изложенное свидетельствует о том, что на последних этапах созревания, протекающих при сравнительно более низкой температуре, в плодах формируется одно из важнейших биологических свойств, каким является лежкость. При созревании плоды приобретают определенные свойства, обеспечивающие им успешную сопротивляемость влиянию неблагоприятных факторов, которым они подвергаются на всем протяжении их хранения, начиная с момента уборки.

В условиях наших субтропиков нет оснований опасаться перезревания цитрусовых плодов, так как практически их приходится убирать задолго до полного созревания. То же, собственно, относится к процессу созревания поздних сортов яблок, которые в большинстве районов СССР, как правило, приходится убирать раньше достижения ими полной зрелости.

ГЛАВА IV

МИКРООРГАНИЗМЫ, ПОРАЖАЮЩИЕ ЦИТРУСОВЫЕ ПЛОДЫ ПРИ ХРАНЕНИИ, И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Институтом защиты растений Академии наук Грузинской ССР выявлено более 60 видов микроорганизмов, поражающих цитрусовые растения в условиях советских субтропиков [39]. Однако поражаемость плодов указанными микроорганизмами, как показали детальные исследования, проведенные под руководством А. А. Канчавели, сильно изменяется в зависимости от условий среды, метеорологической обстановки, а также от фазы развития плодов.

Согласно данным многолетних наблюдений Л. Я. Церетели [64], на самых ранних этапах развития цитрусовых плодов (цветение, образование завязей) наиболее часто встречаются следующие грибы:

Colletotrichum gloeosporioides Penz — возбудитель антракноза;
Alternaria citri Piere — возбудитель черной гнили;
Botrytis cinerea Pers — возбудитель серой гнили;
Sphaceloma Fawcetti Jenk — возбудитель парши и др.

Период роста и формирования плодов характеризуется ослаблением жизнедеятельности микроорганизмов. В очагах заражения продолжают развиваться в слабой степени Sphaceloma Fawcetti Jenk и в большей степени — Colletotrichum gloeosporioides Penz, виды рода Fusarium sp. — возбудители фузариоза.

При созревании плодов активность микроорганизмов сильно возрастает. В этот период наряду с Colletotrichum gloeosporioides Penz, Alternaria citri Piere, Botrytis cinerea Pers серьезную опасность, особенно в годы с большим количеством осадков, представляет Phitophthora citrophthora Leon — возбудитель коричневой гнили.

После уборки плодов, а также во время их транспортировки и хранения продолжается развитие микроорганизмов, оставшихся на плодах в латентной форме. Вместе с тем в этот период наиболее интенсивно развиваются плесневые грибы, из которых наиболее распространены Penicillium italicum — возбудитель голубой плесени. Значительно реже встречаются Penicillium digitatum Sacc — возбудитель зеленой плесени.

ОСНОВНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ, ПОРАЖАЮЩИЕ ЦИТРУСОВЫЕ ПЛОДЫ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ

Из большого количества возбудителей заболеваний цитрусовых сравнительно небольшая часть поражает плоды при транспортировке и хранении. Об этом, в частности, свидетельствуют данные табл. 48, характеризующие основные виды порчи цитрусовых плодов при осмотре 20 вагонов с плодами в момент прибытия на московские склады.

Таблица 48

Характер порчи цитрусовых плодов во время транспортировки

(в % к общей порче)

Виды плодов	Голубая плесень	Зеленая плесень	Серая гниль	Черная гниль	Антракноз	Прочие виды порчи
Мандарины . . .	61	1	17	13	4	5
Апельсины . . .	70	8	3	9	9	8
Лимоны	82	4	—	5	3	7

Как видно из табл. 48, к числу основных видов порчи цитрусовых при транспортировке относятся голубая плесень, серая гниль, черная гниль, антракноз и зеленая плесень. Они составляют более 90% от всех видов порчи, наблюдающихся при транспортировке плодов.

Данные о видовом составе микроорганизмов, поражающих плоды при транспортировке и хранении, приводят к выводу, что все эти микроорганизмы могут быть разделены на две основные группы.

Первая группа — микроорганизмы, поражающие плоды еще на материнском растении и продолжающие развиваться в процессе хранения.

Вторая группа — микроорганизмы, являющиеся специфическими только для периода хранения, поскольку на материнском растении плоды ими не поражаются.

К числу типичных представителей первой группы микроорганизмов относится гриб Colletotrichum gloeosporioides Penz — возбудитель антракноза. По данным Н. Н. Чантурия [67], весьма подробно изучившей биологию этого гриба, степень поражения плодов антракнозом в различные годы неодинакова. Его распространению способствует обилие осадков весной и в первую половину лета. Чаще всего поражение плодов начинается с плодоножки, вокруг которой, по мере развития гриба, пораженная ткань размягчается, приобретает более темный цвет и постепенно проникает в сердцевину плода. В конечном счете мякоть разжижается, хотя и не в такой сильной степени, как при поражении плодов

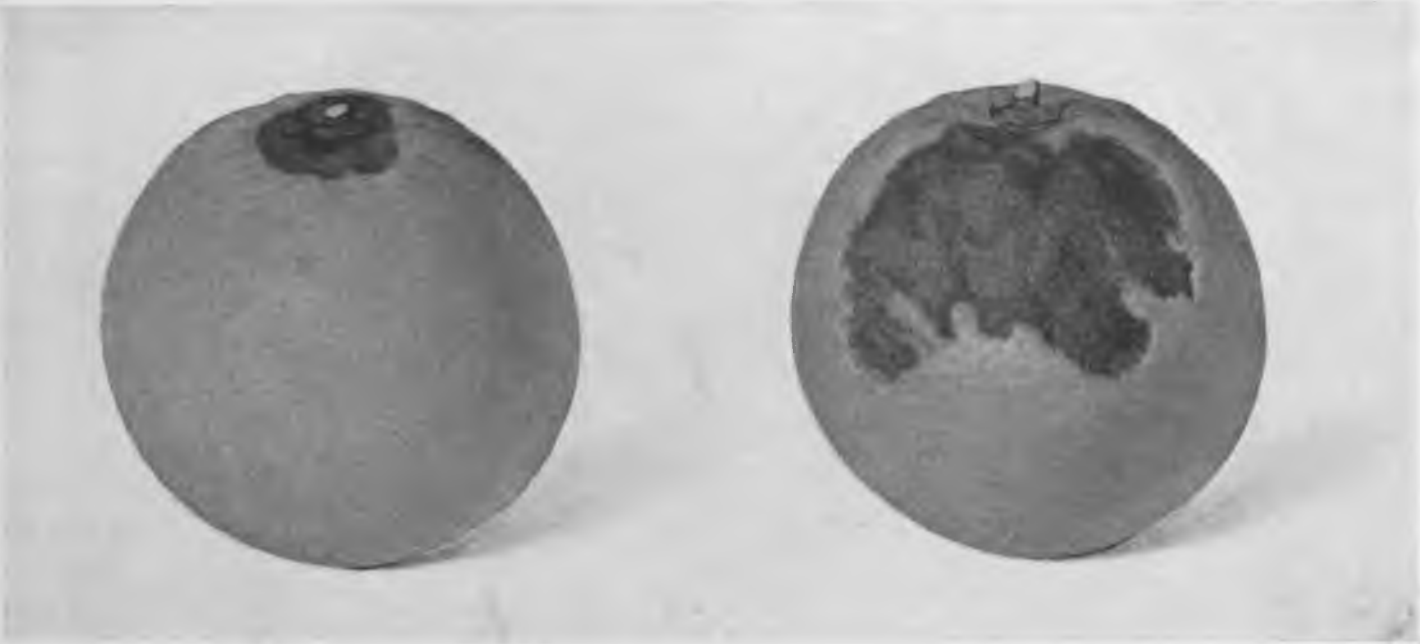

Рис. 18а. Поражение апельсинов антракнозом во время хранения (ориг.)

Рис. 18б. Поражение лимонов антракнозом во время хранения (ориг.)

плесневыми грибами. В условиях повышенной влажности плод покрывается сероватым налетом.

Иногда поражение плодов антракнозом начинается не только с плодоножки, но и с других мест плода, на которых образуются сухие пятна бурого или коричневого цвета. Однако такая форма антракноза встречается редко, причем главным образом на лимонах. Согласно наблюдениям Н. Н. Чантурия, из осмотренных ею 1287 штук плодов, пораженных антракнозом, у 70% плодов поражение начиналось с плодоножки.

На первых этапах развития антракноза его довольно трудно отличить от других поражений. Специфическим отличительным признаком поражения плодов антракнозом является побурение проводящих сосудов, по которым гниль проникает внутрь мякоти плода (рис. 18).

В настоящее время антракноз довольно редко встречается при транспортировке и хранении цитрусовых плодов. Объясняется это тем, что возбудитель антракноза — гриб Colletotrichum gloeosporioides развивается значительно медленнее других грибов, а при температуре ниже 3° его жизнедеятельность приостанавливается. Поэтому порча плодов, вызываемая другими грибами, в частности возбудителем голубой плесени и серой гнили, наступает значительно раньше развития антракноза.

Однако в условиях, исключающих поражение плодов голубой плесенью и серой гнилью, процент порчи плодов вследствие заболевания антракнозом значительно увеличивается. В течение первых двух месяцев хранения антракноз сравнительно редко встречается на плодах. Однако через 5 месяцев хранения поражение плодов антракнозом достигает весьма значительных размеров. В наших опытах у мандаринов оно составило 46%, апельсинов — 60% и лимонов —70% от общего количества заболевших плодов.

Для предотвращения поражения плодов антракнозом при хранении необходимо принять меры, обеспечивающие защиту плодов от этого заболевания еще на материнском растении. Как установлено Н. Н. Чантурия, к числу достаточно эффективных мер борьбы с антракнозом относятся следующие мероприятия: прочистка кроны деревьев, перекопка, опрыскивание деревьев ранней весной 3%-ной бордосской жидкостью с добавлением 1%-ного трансформаторного масла, повторное опрыскивание в июле 1%-ной бордосской жидкостью и, наконец, третье опрыскивание 1%-ной бордосской жидкостью за 1,5—2 месяца до уборки урожая. Только при выполнении всего комплекса мероприятий можно предотвратить появление антракноза на плодах и тем самым обеспечить возможность длительного их сохранения.

К группе микроорганизмов, поражающих плоды на материнском растении и весьма распространенных при хранении, относится также гриб Alternaria citri — возбудитель черной гнили. Заражение им происходит во время цветения. Наиболее характерный признак заболевания — преждевременное потемнение плодов, еще

не достигших нормальных размеров. Такие плоды часто опадают.

Согласно наблюдениям Л. Я. Церетели и Н. Н. Чантурия, в течение первого месяца хранения цитрусовых черная гниль встречается в незначительных размерах. Однако уже через месяц хранения она оказывается одним из основных источников поражения цитрусовых. Болезнь характеризуется появлением на плодах маленького коричневого пятна, более темного у центра и светлого на периферии. При разрезе больного плода выделяются черно-оливковые сгнившие участки. Пораженные плоды отличаются затхлым запахом и кисловато-горьким вкусом.

Согласно нашим наблюдениям, черная гниль встречается главным образом на мандаринах, причем порча за счет нее достигает довольно высоких размеров. Более широкое распространение черной гнили по сравнению с антракнозом объясняется тем, что гриб Alternaria citri по сравнению с Colletotrichum gloeosporioides развивается значительно быстрее. В опытах с мандаринами порча за счет черной гнили составляла через 60 дней хранения 0,2%, через 110 дней —8,2, а через 125 дней —13%.

Поражение плодов черной гнилью, так же как антракнозом и фузариозом, обычно начинается с плодоножки, что вполне понятно, так как первоисточником инфекции является материнское растение. Отмечено, что наличие на свежеубранных плодах потемневших плодоножек является верным признаком инфекционного заболевания. Поэтому не следует цитрусовые плоды с потемневшими плодоножками закладывать на длительное хранение.

Черная гниль легко передается путем контакта и поэтому часто встречается не только у плодоножки, но и на других местах плода. Таким образом, предотвратить порчу плодов черной гнилью можно лишь в том случае, если будут приняты меры борьбы с грибом Alternaria citri в период роста плодов и если будет обеспечена защита плодов от заражения во время уборки, товарной обработки и хранения.

К числу микроорганизмов, поражающих плоды на материнском растении и продолжающих развиваться в процессе хранения, относятся также различные грибы из рода Fusarium.

Фузариоз на плодах цитрусовых по внешнему виду напоминает антракноз. Чаще всего болезнь начинается с плодоножки, но может развиться и на любом месте плода и в первую очередь в местах поражения кожуры. Цвет гнили — от светлокоричневого до темнокоричневого. Больные плоды быстро покрываются налетом гриба, имеющим розовато-красный, желтоватый и белый цвет.

Наибольшее распространение фузариоза наблюдается в годы с обильным количеством осадков. Согласно наблюдениям Л. Я. Церетели и Н. Н. Чантурия, в течение первого периода хранения фузариоз редко встречается, но после месяца хранения болезнь

усиливается и занимает второе место после антракноза и черной гнили.

Наконец, из группы микроорганизмов, поражающих плоды на материнском растении, следует еще отметить:

Phytophthora citrophthora Leon — возбудитель коричневой гнили;

Septoria citri Pass — возбудитель пятнистости на лимонах;

Septoria sp.— возбудитель пятнистости на мандаринах.

Эти заболевания сравнительно мало распространены и, согласно нашим наблюдениям, составляют не более 5% от всего количества плодов, поражаемых при хранении.

Часто наблюдаемое при хранении отдельных партий плодов сильное варьирование в размерах потерь обусловлено в значительной мере различной степенью зараженности плодов еще до закладки их на хранение. С момента уборки плодов можно лишь в той или иной мере задержать развитие поражения, при этом основными мероприятиями являются: предохранение плодов от механических повреждений, от контакта с загнившими плодами и поддержание в хранилищах определенного режима, обеспечивающего сохранение присущей плодам устойчивости.

Важнейшим представителем второй группы микроорганизмов, встречающихся только в период хранения, является гриб Penicillium italicum — возбудитель голубой плесени. Хотя на материнском растении голубая плесень практически не встречается, но на опавших плодах в саду она встречается довольно часто. Поэтому можно предположить, что первоисточником заражения плодов этим грибом является почва, откуда споры грибов попадают на плоды и прорастают при благоприятных условиях.

Отсутствие на материнском растении плодов, пораженных голубой плесенью, обусловлено двумя обстоятельствами.

Во-первых, плоды на дереве характеризуются высокой устойчивостью по отношению к возбудителю голубой плесени, чему в значительной мере способствует отсутствие на плодах каких-либо механических повреждений. Для сопоставления отметим, что при заражении свежеубранных плодов спорами гриба Penicillium italicum без прокола кожуры гриб не развивался.

Во-вторых, степень зараженности плодов на материнском растении спорами гриба Penicillium italicum очень мала — в сотни раз меньше, чем другими видами микроорганизмов. Так, микробиологический анализ поверхности свежеубранных плодов показал, что среди выросших колоний, которые в среднем составляли 350 штук на 1 *г* плода, встречались только единичные экземпляры гриба Penicillium italicum.

Начальный этап поражения плода голубой плесенью характеризуется размягчением кожуры, образованием слегка вдавленного, сморщенного пятна, на котором впоследствии появляется белый порошкообразный мицелий голубого оттенка. Мицелий обра-

зует легко распыляющуюся массу спор, не теряющих жизнеспособности в течение довольно длительного времени.

В способности гриба Penicillium italicum образовывать большое количество легко распыляющихся, устойчивых к неблагоприятным условиям спор заключается, пожалуй, одна из основных причин сильного распространения голубой плесени.

Сильное обсеменение плодов спорами гриба Penicillium italicum наблюдается в момент уборки и особенно в процессе упаковки плодов (рис. 19), что является результатом зараженности спорами Penicillium italicum уборочного инвентаря — ящиков, в которых плоды доставляются на паковочные заводы, а также цехов заводов, в 1 $м^3$ воздуха которых было обнаружено до 40 000 микроорганизмов, причем большая часть их приходилась на долю Penicillium italicum.

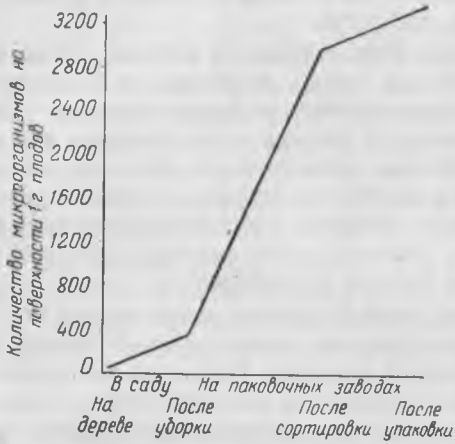

Рис. 19. Зараженность плодов спорами вредоносных микроорганизмов в процессе уборки и товарной обработки (ориг.).

Об этом свидетельствуют результаты хранения двух партий мандаринов.

Первая партия была доставлена с паковочного завода, вторая — непосредственно из сада. К концу хранения в первом случае количество плодов, пораженных голубой плесенью, составило 56—88% от общего количества порченых плодов. Во втором случае поражение плодов голубой плесенью вовсе не наблюдалось; основным возбудителем порчи явились антракноз, серая гниль и черная гниль (табл. 49).

Таблица 49

Характер порчи при хранении цитрусовых плодов, доставленных с паковочных заводов и непосредственно из садов

(в % к общей порче)

Виды порчи	Паковочные заводы			Сады		
	мандарины	апельсины	лимоны	мандарины	апельсины	лимоны
Голубая плесень	56	88	82	0,2	0,5	0,2
Зеленая плесень	3	5	3	0	0	0
Серая гниль . .	26	—	8	48	25	20
Черная гниль . .	13	—	—	29	12	5
Антракноз . . .	1	4	3	16	58	70
Прочие виды порчи	1	3	4	6,8	4,5	4,8

Ниже приведены данные, определяющие влияние степени обсемененности плодов на размеры порчи при хранении.

	Количество микроорганизмов на 1 г плодов	Общий процент порчи после 30 дней хранения
Мандарины с Чаквинского паковочного завода	544	17,1
Мандарины с Кобулетского паковочного завода	330	13,1
Мандарины из сада (в районе села Ахалшени)	38	3,6

Все три партии состояли из плодов одинаковой степени зрелости, одного и того же размера, одинаково упакованных и хранившихся в одних и тех же условиях. Уже через месяц после хранения в первой партии, плоды которой были наиболее сильно обсеменены, порча достигла 17,1%, во второй партии—13,1%, а в третьей партии, где обсемененность плодов была самой низкой, порча составила 3,6%.

Уровень развития голубой плесени при транспортировке и хранении цитрусовых определяется не только количеством спор, находящихся на поверхности плодов, но и физиологическими свойствами гриба Penicillium italicum. Об этом свидетельствуют результаты следующего проведенного нами опыта.

Плоды лимона заражали отдельно чистой культурой гриба Penicillium italicum и Botrytis cinerea, после чего их помещали во влажную камеру при температуре 20°. Через 7 дней размер пораженной поверхности в первом случае достигал 14,5, во втором — 6,9 см²; через 10 дней соответственно—41,5 и 35,2 см². Следовательно, на плодах, сильно обсемененных спорами гриба Penicillium italicum, другие микроорганизмы не успевают развиваться. В процессе хранения вследствие ослабления устойчивости плоды легко заражаются при контакте с больными плодами. Поэтому при наличии в ящике хотя бы одного-двух плодов, пораженных голубой плесенью, вокруг них в непродолжительное время могут образоваться гнезда пораженных плодов. В этом также заключена одна из причин сильного распространения голубой плесени при транспортировке и хранении цитрусовых.

Большое влияние на развитие голубой плесени в процессе хранения оказывает температура и влажность воздуха; при повышении их поражение плодов голубой плесенью сильно возрастает. Это видно из данных наших наблюдений за процессом хранения мандаринов, доставленных с паковочных заводов (табл. 50).

Из всего сказанного следует, что основными мерами борьбы с голубой плесенью являются защита плодов от механических повреждений и от обсеменения спорами гриба Penicillium italicum в течение всего периода от момента уборки до закладки на хранение.

Таблица 50

Степень поражения мандаринов голубой плесенью в зависимости от температуры хранения в %

Продолжительность хранения в днях	Температура хранения в°		
	0	3—4	7—8
22	2,2	4,8	10
42	11,3	18,9	22,9

Для предотвращения развития Penicillium italicum цитрусовые следовало бы, так же как и другие плоды, хранить при температуре около 0°. Однако при такой температуре цитрусовые очень восприимчивы к функциональным заболеваниям; поэтому при установлении температурного режима хранения цитрусовых необходимо учитывать и ряд других факторов (глава VI).

Другим представителем группы микроорганизмов, развивающихся лишь в процессе хранения плодов, является гриб Penicillium digitatum — возбудитель зеленой плесени.

По характеру поражения плодов зеленая плесень имеет много общего с голубой и внешне отличается главным образом от нее по цвету, причем иногда недостаточно четко. По Фаусету [73], внешние различия между зеленой и голубой плесенью сводятся к следующему.

Зеленая плесень	Голубая плесень
Споры	
оливково-зеленые, образуются только на поверхности плода	голубые, образуются не только на поверхности плода, но одновременно и внутри плода
Белый мицелий	
имеет вид пасты, сморщенный, появляется гораздо раньше спор	порошковый, не появляется раньше спор
Граница загнивания	
полоса неопределенной формы с неясно ограниченными краями впереди мицелия на поверхности плода	определенная, хорошо ограниченная перед мицелием, мягкая, водянистая полоса на поверхности плода
Внешний вид упакованных плодов	
бумага, в которую завернуты плоды, сильно пристает к загнившим плодам	обертка пристает не сильно к загнившим плодам

По данным Фаусета, зеленая плесень наряду с голубой является основным видом заболевания цитрусовых плодов. Около 95% порчи итальянских лимонов при транспортировке и хранении обусловлено развитием грибов рода Penicillium, причем из этого количества 75% приходится на долю Penicillium digitatum.

Это подтверждают также и результаты проведенной нами проверки качества итальянских лимонов, поступивших в Москву. При искусственном заражении этих плодов грибом Penicillium italicum площадь пораженной поверхности через 8 дней хранения в камере с высокой влажностью воздуха составила 20 *мм*², а вся остальная часть плодов оказалась пораженной грибом Penicillium digitatum. Это свидетельствует, во-первых, о сильной обсемененности итальянских лимонов спорами гриба Penicillium digitatum, а во-вторых, о большей жизнеспособности указанного гриба по сравнению с Penicillium italicum.

Последнее подтверждается данными наблюдений Л. Я. Церетели и Н. Н. Чантурия, согласно которым при искусственном заражении обоими грибами мандаринов зеленая плесень развивалась в два раза интенсивнее, чем голубая.

В субтропических районах СССР, как мы уже отмечали (табл. 48), зеленая плесень распространена незначительно. Это обусловлено рядом причин. Одной из них является сравнительно небольшой удельный вес в наших насаждениях апельсинов и лимонов — основных «хозяев» гриба Penicillium digitatum. Другой причиной является то обстоятельство, что в наших условиях уборка и товарная обработка цитрусовых происходит при более низкой температуре, чем в Италии и других странах. Согласно же данным Фаусета, в условиях пониженной температуры спорообразование происходит быстрее у гриба Penicillium italicum, чем у Penicillium digitatum.

В связи с тем, что в ближайшие годы предполагается расширить насаждения апельсинов и лимонов, необходимо заблаговременно принять радикальные меры против распространения гриба Penicillium digitatum, являющегося наиболее опасным из возбудителей порчи плодов цитрусовых.

Особое место в группе микроорганизмов, поражающих плоды в процессе хранения, занимает гриб Botrytis cinerea — возбудитель серой гнили. Этот гриб, так же как грибы рода Penicillium, обладает способностью к обильному спорообразованию, в результате чего создаются благоприятные условия для обсеменения поверхности здоровых плодов спорами этого гриба во время уборки и товарной обработки, что в конечном счете приводит к порче плодов при транспортировке и хранении.

Кроме того, одной из характерных особенностей гриба Botrytis cinerea является способность к образованию склероций, которые почти всегда встречаются на плодах после того, как грибница уже достаточно развилась. Склероции отличаются высокой устойчивостью, поэтому даже незначительные остатки их в цехах паковочных заводов и в хранилищах могут явиться через довольно продолжительное время источником новой инфекции плодов. Поражение свежеубранных плодов грибом Botrytis cinerea, так же как и грибами рода Penicillium, происходит в случае поврежде-

ния покровных тканей, а в процессе хранения — при контакте здоровых плодов с больными.

Хотя серая гниль встречается на материнском растении, особенно в годы с обильными осадками, все же наибольшее распространение она получает при хранении плодов, и поэтому меры борьбы с нею во многом схожи с применяемыми против голубой и зеленой плесени.

Однако гриб Botrytis cinerea имеет и свои физиологические особенности, в связи с чем мероприятия, являющиеся эффективными для предохранения плодов от голубой и зеленой плесеней, оказываются недостаточными для защиты их от серой плесени.

Гриб Botrytis cinerea, как известно, широко распространен на многих других высших растениях; при этом он поселяется на ослабленных тканях. Такая же особенность гриба проявляется и при хранении цитрусовых плодов.

Согласно нашим наблюдениям, поражение плодов серой гнилью, в отличие от голубой и зеленой плесени, происходит сильнее при пониженных температурах, чем при более высоких. Так, в наших опытах количество апельсинов и лимонов, пораженных серой гнилью, через 4 месяца хранения при 6° составило 3—5%, при 3°— от 10 до 42% к общей порче.

Такого же рода данные были получены Л. Я. Церетели при исследовании мандаринов, предварительно зараженных спорами гриба Botrytis cinerea и хранившихся при температуре 0—3, 9—10 и 4—5°. Через 45 дней хранения количество заболевших плодов составило в первом случае 13,6, во втором — 7,0% и в третьем —1,2%.

Более сильная поражаемость плодов серой гнилью при низкой температуре обусловлена ослаблением при этой температуре защитных свойств плодов и повышением вследствие этого восприимчивости к заражению грибом Botrytis cinerea.

Следовательно, для предотвращения поражения плодов серой гнилью первостепенное значение имеет сохранение нормального физиологического состояния плодов, а также присущей им устойчивости.

ЗАЩИТА ПЛОДОВ ОТ ПОРАЖЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Для предупреждения заражения цитрусовых при транспортировке и хранении спорами вредоносных микроорганизмов некоторые исследователи давно уже предлагали применять для обработки поверхности плодов различные антисептики. Этим вопросом интересовался еще А. Т. Болотов — крупнейший русский агроном XVIII столетия.

Антисептики, в частности бура, а в последние годы дифенил, широко используются для обработки цитрусовых плодов на американских паковочных заводах. Однако в наших условиях, несмотря на значительное число проведенных исследований, обра-

ботка поверхности плодов антисептиками не нашла производственного применения.

Дело в том, что обработка плодов антисептиками в производственных условиях неизбежно связана с нанесением плодам механических повреждений, в результате чего такая обработка приносит больше вреда, чем пользы. Этим и объясняется то, что в лабораторных условиях, при аккуратной обработке каждого плода в отдельности, действие некоторых антисептиков оказывается эффективным, тогда как при применении их в производственных условиях получаются неудовлетворительные результаты.

В качестве примера приведем результаты двух производственных опытов.

Первый опыт был проведен нами на плодопаковочном заводе совместно с И. Н. Кульбиным. Цитрусовые плоды обрабатывали так называемой катодиновой водой, обладающей антисептическими свойствами. При применении такого приема обработки в лабораторных опытах И. Н. Кульбин получил положительные результаты.

Плоды обрабатывали в ванне с водой, внутри которой были установлены два серебряных электрода. После выдержки в ванне в течение двух минут плоды вынимали, просушивали на воздухе и затем упаковывали обычным методом. Упакованные плоды хранили при температуре воздуха 4—5° и относительной влажности 85%.

Наблюдения за процессом хранения плодов показали, что через 45 дней хранения количество пораженных плодов как обработанных, так и необработанных было одинаковым. Однако впоследствии количество пораженных плодов, обработанных катодиновой водой, превысило количество пораженных контрольных плодов.

Как видно из табл. 51, размеры потерь оказались высокими в обеих партиях лимонов; это объясняется тем, что во время обработки лимонов им были нанесены механические повреждения, которые привели к ослаблению устойчивости плодов, а в результате — к увеличению потерь при хранении.

Таблица 51

Размеры порчи при хранении лимонов, обработанных и не обработанных катодиновой водой, в %

Продолжительность хранения в днях	Обработка катодиновой водой		Контроль	
	технический брак	отходы	технический брак	отходы
45	1,4	0,9	1,5	0,6
75	5,6	3,9	4,4	3,2
105	9,3	10,8	4,2	5,1

Второй опыт был проведен нами совместно с Н. Н. Чантурия. Антисептиком служил так называемый йодин (раствор, состоящий из 13 *г* йода, 10 *г* йодистого калия, 200 *см*³ воды и 800 *см*³ спирта). Каплю йодина наносили только на плодоножку.

Такая обработка плодов, проведенная в лабораторных условиях, способствовала снижению размеров порчи плодов, так как йодин ограничивает прорастание спор и развитие мицелия. В производственном опыте, проведенном непосредственно на паковщном заводе, применение йодина не дало положительных результатов (табл. 52).

Таблица 52

Размеры порчи при хранении мандаринов в %

Продолжительность хранения в днях	Обработано йодином		Контроль	
	технический брак	отходы	технический брак	отходы
45	1,5	0,5	1,8	1,5
80	1,7	0,6	1,8	1,9
110	16,0	17,0	15,0	13,0

Большая серия лабораторных опытов по обработке цитрусовых плодов различными антисептиками была проведена Л. Я. Церетели и Н. Н. Чантурия [65, 66] в Институте защиты растений Академии наук Грузинской ССР. Из испытанных антисептиков — газообразного двууглекислого аммония, растворов буры, борной кислоты, смеси буры с борной кислотой, щелочных отходов продуктов перегонки нефти, сульфокислоты — наиболее эффективным оказался 8%-ный раствор буры при температуре 41—43°. Погружение мандаринов и апельсинов в такой раствор на 5 минут способствовало уменьшению порчи плодов при хранении их в течение 45 дней.

Однако эти авторы установили, что указанные антисептики, в том числе и бура, оказывают эффективное действие только на голубую и зеленую плесень. В отношении остальных грибов действие антисептиков оказалось мало эффективным, так как к моменту обработки плодов инфицирующее начало этих грибов, в отличие от голубой и зеленой плесени, находится несколько глубже и, следовательно, недоступно действию испытанных фунгисидов.

Так как заражение цитрусовых голубой и зеленой плесенью происходит в основном при уборке, а еще в большей степени при товарной обработке, то, следовательно, при создании условий, исключающих возможность заражения плодов, устраняется и необходимость в обработке плодов антисептиками.

В результате многократных наблюдений было установлено, что на протяжении всего сезона заготовок непрерывно возрастает

обсемененность спорами вредоносных микроорганизмов уборочного инвентаря, тары, используемой для перевозки плодов, и помещений паковочных заводов. Так, микробиологический анализ поверхности рабочих ящиков показал, что к концу сезона заготовок они в два раза больше заражены спорами микроорганизмов, чем в средине сезона, и в четыре раза больше, чем в начале сезона.

Зараженность ящиков определяли по количеству выросших колоний на чашках Петри после пятиминутного встряхивания над ними одного ящика. В начале сезона на каждой чашке прорастало 149 колоний, в средине сезона — 286, а в конце сезона — 576 (рис. 20).

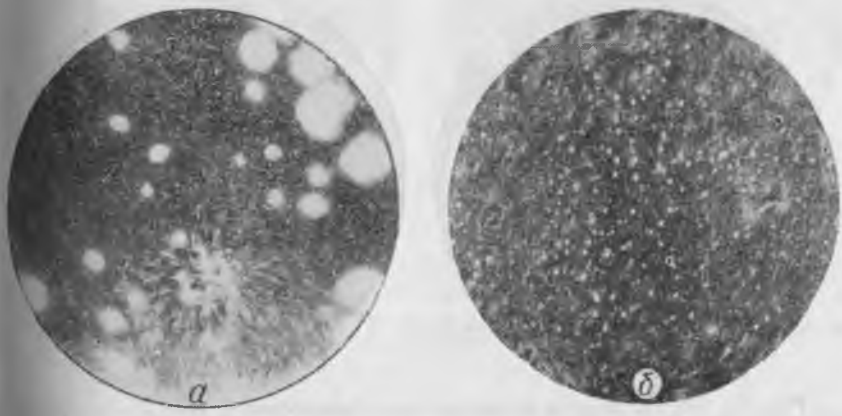

Рис. 20. Зараженность спорами вредоносных микроорганизмов рабочих ящиков, в которых плоды доставляются на паковочные заводы (ориг.):

а—после однократного обращения; *б*—после трехкратного обращения.

Еще сильнее возрастает степень обсемененности помещений паковочных заводов. При анализе воздуха Батумского паковочного завода в начале сезона заготовок в 1 м^3 воздуха было обнаружено 6300 микроорганизмов, а в средине сезона —37 000, причем большую часть их составили грибки вида Penicillium italicum (рис. 21). Естественно, что одновременно сильно возрастает и степень обсемененности плодов. Это приводит к тому, что к концу сезона заготовок, несмотря на отгрузку более зрелых и, следовательно, более устойчивых плодов, потери при перевозке во много раз выше, чем в начале сезона.

Приводим размеры порчи мандаринов (в %), доставленных в Москву и Ленинград в различное время сезона, по данным Государственной инспекции по качеству сельскохозяйственных продуктов.

Отгрузка	Москва	Ленинград
В начале сезона	1,7	1,2
В средине сезона	2,8	2,6
В конце сезона	5,6	5,1

Из приведенных данных видно, что при доставке плодов в начале сезона количество пораженных плодов было в 2 раза меньше, чем в средине сезона, и в 3 раза меньше, чем в конце сезона. При перевозке апельсинов и лимонов, несмотря на относительно лучшую их транспортабельность, потери оказываются часто не ниже, а даже выше, чем при перевозке мандаринов. Это обусловлено тем, что товарная обработка апельсинов и лимонов, как правило, производится уже после окончания отгрузки мандаринов при сильно возросшей зараженности уборочного инвентаря, тары и паковочных помещений.

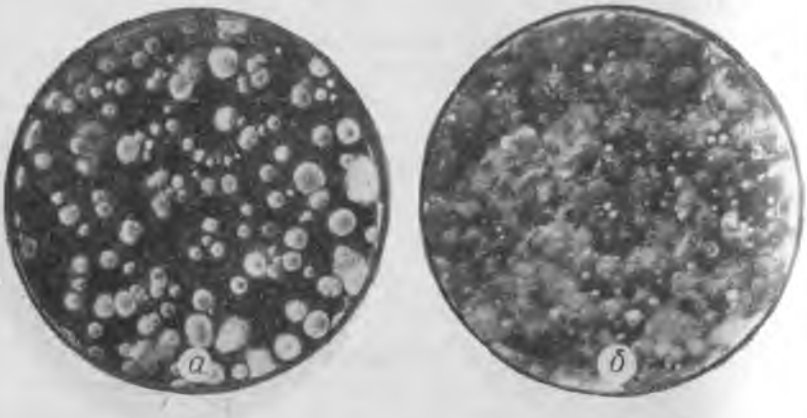

Рис. 21. Зараженность воздуха цехов паковочных заводов спорами вредоносных микроорганизмов (ориг.):

а — в средине сезона заготовок; *б* — в конце сезона.

Большое влияние на возрастание потерь при перевозке цитрусовых во второй половине сезона заготовок оказывает также то обстоятельство, что большая часть плодов в это время, особенно апельсины и лимоны, вследствие наступления морозов перевозится в отапливаемых вагонах в условиях неравномерного температурного режима.

Однако основной причиной значительной порчи цитрусовых при хранении и транспортировке является массовое обсеменение плодов в процессе товарной обработки. Для предотвращения его рекомендуем проводить следующий ряд мероприятий:

1) тщательную дезинфекцию паковочных помещений перед началом сезона заготовок путем побелки, причем в известь необходимо добавлять медный купорос;

2) систематическую дезинфекцию уборочного инвентаря и рыбочих ящиков, используемых для доставки плодов на паковочные заводы, путем обработки их в камере сернистым газом в течение 6 часов;

3) систематическую в течение всего сезона заготовок дезин-

фекцию сортировочных столов и машин на паковочном заводе 2%-ным раствором формалина.

Рис. 22. Зараженность воздуха цехов паковочных заводов спорами вредоносных микроорганизмов (ориг.):

а—при соблюдении профилактических мероприятий; *б*—без соблюдения профилактических мероприятий.

На рис. 22 приведены результаты микробиологических анализов воздуха двух цехов паковочных заводов; в одном из них проводили дезинфекцию, в другом нет. Данные показывают, что при дезинфекции зараженность воздуха паковочного помещения в начале сезона заготовок снижается в 10 раз, а в конце сезона — более чем в 30 раз.

В помещении, где применяли весь комплекс санитарно - профилактических мероприятий, заражение воздуха микроорганизмами за период сезона заготовок возросло в 3 раза; в контрольном же помещении, где дезинфекцию не проводили, — в 10 раз (рис. 23).

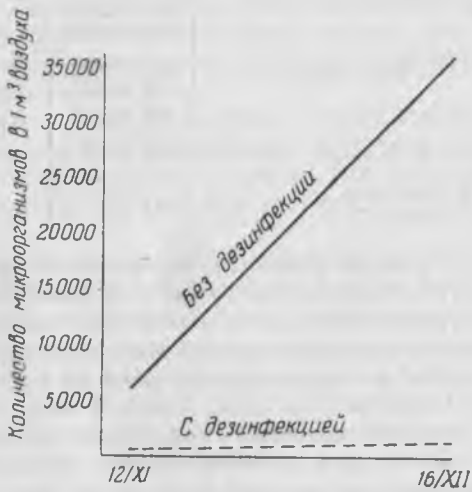

Рис. 23. Зараженность воздуха цехов паковочных заводов спорами вредоносных микроорганизмов на протяжении сезона заготовок (ориг.).

В табл. 53 приводятся результаты хранения двух

партий мандаринов, убранных с одного и того же участка в Ахалшенском совхозе Лиммантреста. Первую партию плодов убирали и упаковывали без соблюдения санитарно-профилактических мероприятий, а вторую партию плодов — с соблюдением всех мероприятий. В результате хранение первой партии пришлось прекратить через 45 дней, так как количество испорченных плодов в ней достигло 15%. Во второй партии количество пораженных плодов к этому времени составило только 0,7%.

Таблица 53

Степень и характер порчи мандаринов при хранении в зависимости от условий их товарной обработки в %

Товарная обработка	Через 45 дней		Через 75 дней	
	порча вследствие поражения плодов голубой плесенью	общая порча	порча вследствие поражения плодов голубой плесенью	общая порча
Без соблюдения дезинфекции	11,0	15,0	Хранение прекращено	
С соблюдением дезинфекции	0	0,7	0,1	3,1

Такие же данные были получены при сопоставлении итогов хранения апельсинов и лимонов (табл. 54).

Таблица 54

Степень и характер порчи апельсинов и лимонов через 3,5 месяца хранения в зависимости от условий их товарной обработки в %

Виды плодов	Без соблюдения санитарно-профилактических мероприятий		С соблюдением санитарно-профилактических мероприятий	
	порча вследствие поражения плодов голубой плесенью	общая порча	порча вследствие поражения плодов голубой плесенью	общая порча
Апельсины	12,7	14,0	0,3	1,7
Лимоны	7,9	9,3	0,2	1,1

Следует отметить, что основной причиной порчи плодов, товарную обработку которых проводили без соблюдения комплекса санитарно-профилактических мероприятий, является голубая плесень; при соблюдении этих мероприятий поражение плодов голубой плесенью практически не наблюдалось (рис. 24).

Следует, однако, иметь в виду, что названные мероприятия не могут полностью предохранить плоды от поражения плесенью. Поэтому для предупреждения распространения инфекции вследствие контакта больных плодов со здоровыми необходимо бумагу, в которую заворачивают плоды, пропитывать антисептиками.

По данным Л. Я. Церетели и Н. Н. Чантурия, из испытанных ими антисептиков — йодин, препарат Збарского в концентрации

1 : 2000, 8%-ный раствор буры, 2%-ный раствор медного купороса — наиболее эффективным для обработки бумаги оказался йодин.

Но так как йодин довольно дорогой антисептик, нами была проверена эффективность действия других препаратов — раствора азотнокислого серебра в концентрации 0,04% (предложен в

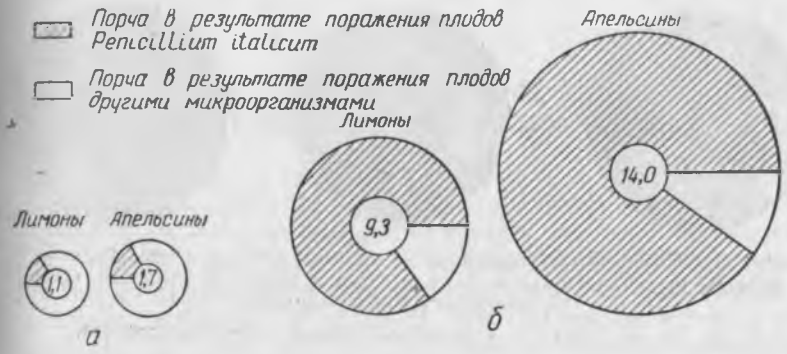

Рис. 24. Степень и характер порчи апельсинов и лимонов после 3,5 месяца хранения в зависимости от условий уборки и товарной обработки плодов (ориг.):

а—при соблюдении санитарно-профилактических мероприятий; *б*—без соблюдения санитарно-профилактических мероприятий (в центре круга — общий процент порчи за время хранения).

качестве антисептика И. Н. Кульбиным), а также таких антисептиков, как азотол, тетраметилтиурамидсульфид, пропиловый эфир бензойной кислоты, салициланилид, динитророда бензол, диметилдитиокарбонат железа, диметилдиокарбонат цинка, изоамилхлороксидифенил, этилхлороксидифенил и бутилоксидифенил (предложены Н. Н. Мельниковым).

Указанные препараты, кроме трех последних, представляют собой твердые (кристаллические или аморфные) вещества, не растворимые в воде и плохо растворимые в спирте. Три последних вещества являются маслоподобными жидкостями, хорошо растворимыми в спирте.

О токсичности некоторых из испытанных антисептиков можно судить по рис. 25, характеризующему развитие грибка Penicillium italicum, которым была заражена бумага, предварительно пропитанная антисептиками и помещенная затем на стерильный сусло-агар.

Из всех испытанных препаратов наиболее токсичным и наиболее доступным для использования оказался бутилоксидифенил. Правда, он растворяется только в спирте, но, как показали наши опыты, токсичность бутилоксидифенила нисколько не уменьшается при использовании его в виде водной эмульсии. Такой эмульсией была обработана бумага, в которой хранили затем мандарины, апельсины и лимоны. Контролем служила как обычная бумага,

так и бумага, обработанная азотнокислым серебром и салицилланилидом.

На хранение были заложены плоды, убранные с одного участка в Махинджаурском совхозе и прошедшие товарную обработку в паковочном помещении с соблюдением всех указанных выше санитарно-профилактических мероприятий. За 4,5 месяца

Рис. 25. Токсичность различных препаратов для пропитывания бумаги при испытании на среде, зараженной культурой гриба Penicillium italicum, (ориг.):

а—контроль (вода); *б*—азотнокислое серебро; *в*—бутилоксидифенил.

количество плодов, пораженных плесенью при хранении в бумаге, пропитанной бутилоксидифенилом, оказалось в два раза ниже, чем при хранении их в обычной, необработанной бумаге. Другие испытанные антисептики также способствовали снижению порчи, но оказались значительно менее эффективными по сравнению с бутилоксидифенилом (табл. 55).

Таблица 55

Количество хорошо сохранившихся плодов за 4,5 месяца хранения в бумаге, пропитанной разными антисептиками, в %

Антисептики	Мандарины	Апельсины	Лимоны
Бутилоксидифенил	92,6	98,8	99,7
Салициланилид	87,9	98,6	98,8
Азотнокислое серебро	84,9	98,0	99,0
Контроль (обычная бумага) . . .	83,1	97,5	98,6

Согласно предварительным расчетам, одной тонной бутилоксидифенила можно обработать 25 *т* бумаги. Обработку бумаги целесообразно проводить на предприятиях бумажной промышленности с тем, чтобы на паковочные заводы она поступала уже в готовом виде.

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что эффективность действия антисептиков может быть достигнута только при соблюдении всего комплекса санитарно-профилактических мероприятий во время товарной обработки плодов.

ГЛАВА V

ПОДГОТОВКА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ К ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ

Для подготовки плодов к транспортировке и хранению применяют ряд мероприятий, которые подчинены одной задаче— наиболее полному сохранению присущих плодам естественных свойств устойчивости. В систему этих мероприятий, наряду с уборкой плодов, входит их сортировка по качеству, сортировка по размеру—калибровка, и упаковка. Все эти мероприятия в товароведческой практике обычно называются товарной обработкой плодов.

Товарная обработка цитрусовых плодов в нашей стране во многом отличается от приемов товарной обработки цитрусовых, применяющихся в США. Так, на американских плодопаковочных предприятиях широко проводится дозаривание цитрусовых в этилене, несмотря на отрицательное влияние его на сохранность плодов. Кроме того, цитрусовые плоды обычно моют, причем сначала в обыкновенной воде, затем в мыльной пене, после чего их обрабатывают антисептиками. Однако подобный метод обработки, как мы уже видели, не только не способствует лучшему сохранению плодов, но приводит к еще большему возрастанию потерь во время хранения.

Широко практикуется в США и покрытие плодов тонким слоем воска или парафина. Применение такого приема представляется на первый взгляд достаточно обоснованным, так как, казалось бы, что таким способом можно предохранить плоды от увядания и тем самым удлинить сроки их хранения. Между тем данные ряда исследований приводят к выводу, что даже тонкий дополнительный слой парафина или воска нарушает нормальное прохождение в плодах дыхательного газообмена, а кроме того, вызывает частичное повреждение поверхностных тканей. В результате присущие плодам естественные свойства устойчивости заметно ослабляются.

Следует отметить, что и в США выполнено немало исследований, свидетельствующих об отрицательном влиянии подобных методов товарной обработки цитрусовых плодов на последующую их лежкость. Так, в 1941 г. было опубликовано сообщение о том, что при промывке флоридских апельсинов с применением различ-

ных очистителей, а также покрытии их воском возрастают размеры порчи плодов [70].

В 1947 г. на ежегодном съезде Флоридского цитрусового института было сделано немало заявлений о том, что применяющиеся на плодопаковочных предприятиях методы товарной обработки цитрусовых являются причиной больших потерь плодов при транспортировке и хранении [83].

Однако, несмотря на недостатки подобной обработки, она все же широко применяется на американских плодопаковочных заводах, в основном, для придания плодам более красивого вида и для облегчения их сбыта (после нанесения воска или парафина плоды полируются до появления блеска специальными щетками).

Таким образом, ко многим рекомендациям, содержащимся в американской литературе по вопросу обработки плодов, следует относиться очень критически, так как часто они в ущерб качеству направлены лишь к одной цели — придать плодам красивый внешний вид.

УБОРКА УРОЖАЯ ЦИТРУСОВЫХ

Для повышения устойчивости цитрусовых плодов при хранении весьма важное значение имеет не только время уборки урожая, о чем говорилось выше (глава III), но и техника проведения уборочных работ. От последней зависит целость плодов — предохранение их от механических повреждений—царапин, уколов, нажимов. Вследствие толстой кожуры цитрусовых создается ложное представление о высокой устойчивости этих плодов по отношению к механическим повреждениям. В действительности же даже незаметные на первый взгляд царапины и уколы, наносимые плодам при уборке, ухудшают устойчивость их при транспортировке и хранении.

Высокая чувствительность цитрусовых плодов к механическим повреждениям, повидимому, обусловлена рассмотренными уже особенностями окислительной системы их тканей. Кожура цитрусовых, обладая довольно мощной окислительной системой, представляет собой как бы «барьер» для микроорганизмов. Чтобы преодолеть его, микроорганизмы должны проявить высокую активность. В случае же поранения кожуры микроорганизмы свободно ее преодолевают, поскольку окислительная способность мякоти очень низка, и при дальнейшем продвижении они не встречают сколько-нибудь серьезного сопротивления.

Однако в производственной практике часто недоучитывают этой особенности цитрусовых и уборку плодов, их доставку на приемо-заготовительные пункты производят без соблюдения необходимых мер по защите их от механических повреждений. В результате этого уже на приемо-заготовительные пункты значительная часть плодов поступает с механическими повреждениями, не пригодная для хранения.

Следует при этом учесть еще одну важную особенность цитрусовых, отличающую их от многих плодов и в частности яблок. Если на яблоках ушибы проявляются довольно быстро в виде потемневших участков ткани, то на цитрусовых плодах следы от небольших ушибов можно обнаружить лишь через месяц и даже позднее. Это приводит к тому, что плоды с незаметными повреждениями, признанные на месте отгрузки стандартными, начинают портиться в дальнейшем при транспортировке и хранении.

О влиянии даже незначительных механических повреждений на лежкость плодов можно судить по результатам хранения двух партий мандаринов, убранных с одного участка, в одинаковой степени зрелости, одним и тем же уборочным инвентарем. При уборке первой партии проводили индивидуальный учет и контроль за работой каждого сборщика плодов; при уборке второй партии контроля не осуществляли.

В результате через 2 месяца хранения в первой партии порча составила 0,4%, а во второй — 1,5%, через 3 месяца хранения — соответственно 2,3 и 5,0%. Возрастание потерь во второй партии вдвое явилось следствием незначительных механических повреждений поверхности плодов, которые были допущены при уборке.

Для уборки плодов в определенной степени зрелости необходимо так организовать уборочные работы, чтобы завершить их в очень сжатые сроки. С целью наиболее эффективного использования при этом свойств устойчивости плодов необходимо при уборке защитить их от механических повреждений. Задача эта может быть успешно разрешена лишь при правильной организации уборочных работ.

План уборочных работ должен быть составлен не позднее, чем за 3—4 недели до начала уборки. К моменту составления плана должны быть определены данные по ожидаемой урожайности и срокам созревания плодов на отдельных участках. План должен определить как общий объем работ, так и объем работ по отдельным пятидневкам, а также потребность в рабочей силе, инвентаре и транспортных средствах. Чтобы план стал действенной программой работ, его необходимо обсудить на производственном совещании в хозяйстве и довести до бригад, звеньев и отдельных исполнителей. В дальнейшем, в зависимости от условий и хода работ, план проведения уборки уточняется в виде отдельных оперативных заданий.

Весьма важное значение имеет согласование плана уборочных работ с приемо-заготовительными пунктами, на которые сдаются плоды. Нередко из-за отсутствия такой согласованности на плодопаковочных предприятиях наблюдаются «пики» при приемке плодов, что осложняет правильное проведение работ по товарной обработке, задерживает своевременное обеспечение хозяйств рабочими ящиками, создает большие затруднения в транс-

портных средствах. Все это приводит к тому, что убранные плоды залеживаются как на пунктах, так и в хозяйствах, в результате чего лежкость плодов резко ухудшается. Таким образом, для упорядочения реализации урожая плодопаковочные предприятия должны установить непосредственную связь со сдатчиками и знать сроки уборки и время доставки плодов.

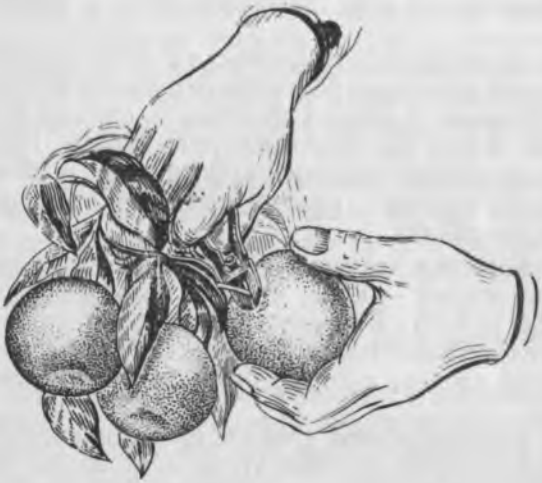

Рис. 26. Срезка цитрусовых плодов.

До начала уборки должен быть подготовлен весь уборочный инвентарь — плодосрезы, садовые лестницы, уборочные сумки, рабочие ящики.

При срезке плодов не следует пользоваться обычными секаторами. Установлено, что из общего количества нестандартных плодов, поступающих на товарную обработку, $^1/_3$ составляют плоды, имеющие порезы от секаторов. Для уборки цитрусовых необходимо применять специального типа секаторы, у которых лезвия выпуклы и остроконечны (рис. 26).

При уборке плодов следует использовать специальную уборочную тару. В настоящее время применяется самая разнообразная тара — корзины, ящики, фартуки с застежкой в нижней части для высыпания плодов. Удобной тарой для сбора цитрусовых является специальная сборочная сумка, изготовленная из фанеры или жести с откидным матерчатым дном (рис. 27). Такая

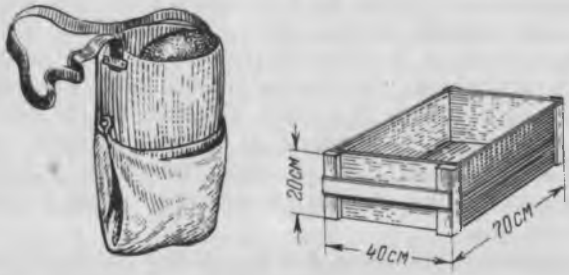

Рис. 27. Сумка для сбора плодов и ящик для перевозки плодов из сада к месту упаковки.

сумка вмещает 120—130 мандаринов среднего размера. При отсутствии специальных сумок плоды можно собирать в корзины, обшитые внутри холстом. Не следует применять для сбора плодов мягкую тару — матерчатые сумки или приспособленные фартуки, так как в них плоды более легко подвергаются механическим повреждениям.

Рабочие ящики должны быть стандартных размеров. Они изготовляются из сухих легких досок, остроганных с внутренней стороны. Во избежание повреждения плодов при установке ящика на ящик следует вдоль его торцов прибить две планки высотой 1,5 *см*.

На уборке урожая работают резчики и подносчики. Работа подносчиков проста, ее могут выполнять проинструктированные рабочие; работа же резчиков сложнее, и без предварительной подготовки выполнить ее качественно невозможно. Поэтому до начала уборочных работ с рабочими, выделенными для срезки плодов, следует провести пробную резку.

Уборка урожая должна проводиться постоянными бригадами и звеньями на закрепленных за ними участках. Привлекаемые на период уборки урожая временные рабочие должны включаться в состав бригад и звеньев в соответствии с установленным планом уборки урожая. В каждой бригаде должно быть не более 15 резчиков, число же подносчиков может меняться в зависимости от условий работы.

Большую роль при уборке урожая играют бригадиры и звеньевые. Бригадиры определяют звеньям ежедневные задания, расстанавливают рабочих и инструктируют их, своевременно обеспечивают звенья инвентарем, контролируют выполнение всех правил по сбору урожая, учитывают количество собранных и сданных плодов и организуют охрану урожая на бригадном участке.

Непосредственными помощниками бригадиров являются звеньевые. На звеньевых возлагается руководство рабочими, входящими в состав звена, и контроль за качеством выполняемых ими работ.

Все уборочные работы должны выполняться на основе индивидуальной сдельщины с учетом не только количества убранных плодов, но и качества выполненной работы. При уборке трудно учитывать вес плодов, собранных каждым сборщиком. Поэтому учет производится по количеству наполненных рабочих ящиков. Так как все ящики стандартного размера и вмещают почти одинаковое количество плодов; такой учет достаточно точен.

Каждый сборщик плодов должен быть снабжен определенными номерами, которые он помещает в ящик по его наполнении. Таким образом звеньевой и бригадир легко могут проверить качество работы каждого сборщика перед отправкой плодов на приемо-заготовительный пункт. Применение такого учета в совхозе имени Ильича позволило, благодаря повышению ответственности

сборщиков, снизить количество нестандартных плодов при уборке до 0,13%.

Как уже отмечалось, о съемной зрелости мандаринов и апельсинов судят по окраске плодов, а о съемной зрелости лимонов — по их размеру.

Необходимо, однако, учитывать, что из-за климатических условий не всегда можно задерживать плоды на деревьях, пока они приобретут необходимую окраску. Сбор цитрусовых начинается в конце октября и, как правило, должен быть закончен в конце декабря.

В связи с тем, что созревание цитрусовых происходит неравномерно, большое значение приобретает организация выборочного сбора, то есть в несколько приемов — каждый раз срезают только те плоды, которые достигли съемной зрелости.

Мандарины следует убирать при полном пожелтении кожуры и лишь при особых неблагоприятных условиях погоды приходится убирать плоды с прозеленью.

Апельсины рекомендуется снимать при полном пожелтении кожуры, но до наступления первого заморозка.

Лимоны следует убирать в стадии легкого пожелтения плодов по достижении ими стандартного размера — не ниже 42 *мм* в поперечном диаметре, но также до наступления похолодания. Плоды меньшего диаметра убирать нецелесообразно, так как для потребления они не пригодны. Такие плоды следует оставлять на деревьях — при благоприятных климатических условиях они достигают к весне стандартного размера.

Плоды необходимо собирать в сухую погоду; для этого должен быть максимально использован каждый ясный день. Однако при затяжных дождях приходится убирать плоды и в дождливую погоду. В таких случаях сырые плоды необходимо просушивать, устанавливая рабочие ящики с плодами под навесом или в закрытом проветриваемом помещении с достаточными просветами между ящиками для циркуляции воздуха.

Особо важное значение при уборке имеет срезание плодов. Плоды цитрусовых крепко держатся на дереве, в связи с чем при сборе плодоножку не обламывают, а срезают. Плод осторожно, без сдавливания, придерживают одной рукой, а другой срезают у самой чашечки плодоножки (см. рис. 26). При оставлении самой незначительной частицы торчащей плодоножки могут повредиться соседние плоды как во время уборки, так и при упаковке.

Сначала срезают плоды с нижних ветвей, которые можно достать без лестницы, а затем с верхних при помощи лестниц. Запрещается при срезании плодов влезать на деревья или пригибать ветви к земле.

Из сборочных сумок плоды через отстегивающееся дно осторожно высыпают в рабочие ящики. Необходимо следить за тем, чтобы в сборные сумки и рабочие ящики не попадала грязь, песок, мусор.

После заполнения ящиков подносчики выносят их на дорогу к месту погрузки на автомобильный или гужевой транспорт. Для временного хранения плодов до их отправки должны быть сооружены навесы простейшего типа.

Ящики с плодами необходимо погружать на автомашину осторожно, устанавливать их вплотную друг к другу. Сверху плоды должны быть накрыты брезентом. Уборочный инвентарь требуется систематически дезинфицировать. В противном случае споры грибков, оседающие на сборочных сумках и рабочих ящиках, сильно заражают поверхность плодов.

СОРТИРОВКА И КАЛИБРОВКА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Одной из важных операций при товарной обработке плодов является сортировка их по качеству, которая, как и все другие операции, осуществляется в строгом соответствии с требованиями, обусловленными государственными стандартами.

Согласно действующим в настоящее время стандартам (на апельсины— ГОСТ 4427-54, мандарины—ГОСТ 4428-54, лимоны— 4429-54), для отгрузки отбирают здоровые, свежие плоды, без повреждений и заболеваний, с ровно срезанной у основания плода плодоножкой:

апельсины — оранжевые или светлооранжевые размером не менее 50 *мм* по наибольшему поперечному диаметру;

мандарины — оранжевые или светлооранжевые диаметром не менее 38 *мм*;

лимоны — светлозеленые, светложелтые и желтые диаметром не менее 42 *мм*.

По стандартам к отгрузке допускаются также плоды с отпавшей, но не вырванной плодоножкой, с легкой прозеленью (мандарины и апельсины) и незначительными дефектами, которые не ухудшают сколько-нибудь заметно внешнего вида плодов и не приводят к ослаблению их транспортабельности и лежкости (зарубцевавшиеся механические повреждения, коричневая пятнистость, выраженная в очень слабой степени, и др.).

Строгое соблюдение требований стандартов является обязательным условием для предотвращения потерь при транспортировке и хранении плодов. Правда, в отдельные годы, неблагоприятные в климатическом отношении, наблюдается заметное снижение товарных качеств плодов по сравнению с требованиями стандартов.

Так, в 1948 г. часть лимонов уже к моменту уборки была повреждена коричневой пятнистостью, в 1952 г. урожай цитрусовых плодов в ряде районов сильно пострадал от града, а в 1953 г. — от рано наступивших морозов. В такие годы, чтобы наиболее полно использовать урожай цитрусовых, возникает необходимость в некотором отступлении от стандартов. Для этого, однако, надо иметь достаточно обоснованные данные о влиянии тех

или иных отступлений от стандартов на товарные качества плодов.

О влиянии коричневой пятнистости на товарные качества плодов было сказано выше. Плоды со следами коричневой пятнистости не пригодны для закладки на хранение, но в случае необходимости они могут быть использованы для отгрузки с целью немедленной реализации по прибытии. Ленинградским институтом советской торговли имени Энгельса были проведены (Т. П. Ильенко-Петровской) опытные перевозки мандаринов из Грузии в Ленинград с целью изучения влияния градобития. Размеры потерь в партиях со здоровыми плодами и поврежденными градом оказались одинаковыми. Таким образом, и такие плоды могут быть использованы для отгрузки.

Само собой разумеется, что в тех случаях, когда это необходимо, даже самые незначительные отступления от стандартов могут быть сделаны лишь с соответствующего разрешения.

После сортировки плодов по качеству производится сортировка их по размеру, то есть калибровка.

Согласно действующим стандартам, цитрусовые должны быть раскалиброваны на однородные по размеру плоды: мандарины на 7 групп, апельсины и лимоны на 5 групп (табл. 56).

Таблица 56

Размеры, по которым производится калибровка цитрусовых плодов

(в мм по наибольшему поперечному диаметру плода)

Апельсины			Мандарины			Лимоны	
№ группы	размер плодов	четка *	№ группы	размер плодов	четка	№ группы	размер плодов
1	77 и выше	64	1	70 и выше	48	1	70 и выше
2	77—71	80	2	70—65	64	2	70—60
3	71—63	100	3	65—60	80	3	60—51
4	63—55	120	4	60—54	100	4	51—45
5	55—50	150	5	54—48	120	5	45—42
			6	48—42	216		
			7	42—38	310		

* Четка—старое название калибра, сохранившееся и до настоящего времени в товароведческой практике. Четка означает число плодов, вмещавшихся в ящик, поскольку ранее каждому калибру соответствовал определенный размер ящика.

Высокие требования, предъявляемые к калибровке плодов, вполне обоснованы, так как даже самое незначительное изменение диаметра плодов приводит к значительному изменению веса и особенно объема плодов (табл. 57).

Таблица 57

Зависимость между размером, весом и объемом мандаринов

Размер по наибольшему поперечному диаметру		Вес		Объем	
в *мм*	в %	в *г*	в %	в *см*³	в %
Меньше 42	100	38	100	38,5	100
42—47	112	50	132	54,0	140
48—53	126	61	161	74,4	193
54—59	140	79	208	106,8	277
60—64	152	90	237	136,3	354
65—69	161	107	282	170,8	444
70 и выше	176	127	334	210,7	547

Из табл. 57 видно, что, если по размеру плоды одного калибра отличаются от другого примерно на 10%, то по весу и объему они отличаются на 30—50%. Если по размеру плоды самого мелкого калибра отличаются от самого крупного менее чем в 2 раза, то по весу они отличаются более чем в 3 раза, а по объему в 5 раз.

Обеспечить компактную укладку плодов в ящик можно лишь при условии, если они достаточно однородны по объему. При компактной укладке достигается не только защита плодов от механических повреждений во время перевозки, но и более полное использование емкости тары, что позволяет уменьшить расход последней, а также рациональнее использовать транспортные средства и складские помещения.

Наконец, что не менее важно, плоды разного размера отличаются между собой по транспортабельности и лежкости. Как правило, худшей транспортабельностью и лежкостью характеризуются наиболее мелкие плоды, что подтверждается данными производственной практики и результатами специальных наблюдений.

Например, в 1946 г. при осмотре в Москве 22,5 млн. мандаринов, доставленных из различных пунктов Грузии, средний процент порчи в зависимости от размера плодов составил:

Размер плодов в *мм*	Процент порчи
65—69	1,5
60—64	2,7
54—59	2,8
48—53	3,0
42—47	3,7
Меньше 42	5,8

В 1947 г., когда размеры потерь при перевозке цитрусовых были очень высокими, значение размера плодов проявилось особенно заметно. Если средний размер порчи при перевозке из Грузии в Москву мандаринов диаметром 60—64 *мм* составил 3,5%,

то при перевозке мандаринов диаметром 42—47 *мм* размер порчи был равен 9,7%, а диаметром меньше 42 *мм* — даже 19,1%.

Поэтому весьма важно использовать урожай цитрусовых не только в зависимости от сорта, степени зрелости, района произрастания, но и в зависимости от размера плодов. Для закладки на длительное хранение следует в первую очередь использовать плоды среднего размера. Плоды меньшего размера надо, наоборот, реализовать в первую очередь. Пониженной лежкостью обладают и самые крупные по размеру плоды.

В табл. 58 приведены производственные данные, характеризующие соотношение плодов разного размера в общей массе заготовляемых цитрусовых.

Таблица 58

Соотношение различных размеров плодов к общей массе заготовляемых цитрусовых

(средние данные)

Мандарины		Апельсины		Лимоны	
размер плодов в *мм*	соотношение в %	размер плодов в *мм*	соотношение в %	размер плодов в *мм*	соотношение в %
70 и выше	0,5	77 и выше	2	60 и выше	5
65—69	3	71—76	5	51—59	30
60—64	13	63—70	18	45—50	40
54—59	32	55—62	35	42—44	20
48—53	35	50—54	35	Меньше 42	5
42—47	15	Меньше 50	5		
Меньше 42	1,5				

При оценке данных табл. 58 следует иметь в виду, что размеры плодов заметно изменяются по годам.

УПАКОВКА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Упаковка цитрусовых, за исключением самых мелких плодов, производится путем завертки каждого плода в тонкую бумагу. Такой способ упаковки, как это установлено многими исследователями и производственной практикой, позволяет заметно сократить потери при транспортировке плодов и длительном их хранении.

При завертке в бумагу достигается меньшее увядание плодов, обеспечивается более плотное расположение их в ящике, затрудняется заражение плодов в случае возникновения инфекции. Предполагается также, что вокруг плодов несколько повышается содержание углекислого газа, оказывающего разностороннее положительное влияние на процесс хранения.

Экспериментальных данных о повышении содержания углекислоты при хранении плодов, завернутых в бумагу, не имеется.

Т. Т. Гачечиладзе, специально изучавшая этот вопрос, не установила какого-либо различия в газовом составе воздуха вокруг плодов, завернутых и не завернутых в бумагу. Вероятно это объясняется тем, что она определяла газовый состав воздуха вокруг отдельно взятого плода, вследствие чего бумага, используемая для завертки плодов, благодаря своей высокой воздухопроницаемости, не задерживала даже самых малых количеств выделяемой плодами углекислоты. При плотной же укладке плодов в ящики бумага, видимо, способствует заметному изменению газового режима вокруг плодов. Об этом, в частности, свидетельствует тот факт, что плоды, завернутые в бумагу, медленнее дозревают и, следовательно, претерпевают меньшие изменения в химическом составе тканей.

Некоторые исследователи пытались применять для упаковки цитрусовых плодов воздухонепроницаемую бумагу, например, фольгу. Как и следовало ожидать, плоды в такой упаковке вследствие нарушения дыхательного газообмена быстро портились.

В то же время весьма положительное влияние на сохранение качества цитрусовых плодов при хранении оказывает завертка их в промасленную бумагу. В опытах Л. Я. Церетели и Н. Н. Чантурия за время 75-дневного хранения цитрусовых плодов размеры порчи, в зависимости от качества использованной бумаги, составили (в %):

	Обычная бумага	Промасленная бумага
Мандарины	8,0	6,3
Апельсины	10,2	5,2
Лимоны	3,4	2,2

Необходимо учесть, что для пропитки бумаги следует применять только минеральные масла. Если завертка плодов в бумагу, пропитанную минеральными маслами, способствует снижению потерь при хранении, то при использовании бумаги, обработанной растительными маслами, потери, наоборот, возрастают.

Поскольку завертка плодов в бумагу является очень трудоемкой и довольно дорогой операцией, то для облегчения и удешевления ее иногда завертывают не каждый плод, а через один. Однако такой способ упаковки не обеспечивает хорошей сохранности плодов.

К вопросу применения бумаги для завертки цитрусовых плодов следует подходить дифференцированно. Установлено, что эффект от завертки плодов в бумагу достигается лишь в том случае, если плоды хранятся в течение более или менее продолжительного времени. Так, потери за период месячного хранения мандаринов, завернутых и не завернутых в бумагу, оказались одинаковыми и составили 1%, а через 3 месяца соответственно 2,5 и 6%. Поэтому мы считаем, что первые партии отгружаемых

плодов, предназначенные для немедленной реализации, нет необходимости завертывать в бумагу. Плоды же, предназначенные для длительного хранения, следует завертывать в бумагу, причем лучше в бумагу, промасленную и обработанную антисептиками. В этом случае дополнительные расходы, связанные с применением такой бумаги, окупаются большим сокращением размеров потерь при хранении.

С давних времен крестьяне Грузии используют для сохранения цитрусовых плодов листья лавровишни, папоротник, чалу. Такой способ упаковки трудно, однако, осуществить в условиях большого предприятия, когда приходится упаковывать тысячи тонн плодов. Кроме того, ни в одном из проведенных опытов не удалось выявить каких-либо преимуществ от применения названных материалов по сравнению с заверткой плодов в бумагу (табл. 59).

Таблица 59

Размеры порчи мандаринов при хранении в зависимости от способа упаковки в %

Упаковочный материал	Продолжительность хранения в месяцах	
	2	3
Папоротник	2,1	23,9
Листья лавровишни	6,9	42,7
Чала	4,3	28,9
Древесные опилки	3,4	20,1
Фруктовая бумага	2,9	17,5

Из табл. 59 видно, что размеры потерь весьма значительны при любом способе упаковки. Объясняется это хранением плодов при высокой температуре 12—14°.

В литературе содержатся рекомендации об использовании для упаковки цитрусовых плодов торфяного порошка.

Например, по данным А. А. Колесника, В. А. Беляевой и К. П. Родэ [23], мандарины, доставленные из Сухуми, упакованные в торфяном порошке, отлично сохранялись при температуре 2—3° до мая. Однако, по свидетельству самих же авторов, плоды находились в торфяном порошке до 13 января, то есть в течение первых двух месяцев. Затем торф удаляли, плоды завертывали в бумагу и хранили без торфа. Поэтому хорошую сохраняемость плодов в этих опытах нельзя объяснить хранением их в торфе.

В то же время достоинства торфа как упаковочного материала хорошо известны. Он является неплохим заменителем пробковых опилок при упаковке винограда и хорошим заменителем древесной стружки при упаковке яблок.

Отличительная особенность торфяного порошка, изготовляемого из мало разложившихся поверхностных залежей торфа — сфагнума, заключается прежде всего в его высокой гигроскопичности. Поэтому образующиеся от порчи отдельных плодов сырые места быстро локализуются. Торфяной порошок хорошо защищает плоды от механических повреждений. Наконец, он способен адсорбировать часть углекислого газа, выделяемого плодами при дыхании, благодаря чему вокруг плодов создается атмосфера с более высоким содержанием углекислого газа и пониженным содержанием кислорода.

Упаковка цитрусовых в торфяном порошке целесообразна лишь в том случае, если им можно будет заменить завертку плодов в бумагу. Однако для такой замены нет каких-либо оснований.

В результате опытов Л. Я. Церетели и Н. Н. Чантурия было установлено, что при хранении мандаринов и лимонов при температуре 4—5° в торфе через 75 дней процент порчи плодов был гораздо выше, чем при хранении их в бумаге, что видно из следующих данных.

Мандарины	Процент порчи
в торфе	12,1
в бумаге	8,0
в бумаге, обработанной йодином	1,6
Лимоны	
в торфе	3,2
в бумаге	2,4
в бумаге, обработанной йодином	0,7

Такие же результаты были получены в опытах Т. А. Георгбиани, проведенных в Сухумском отделении Института чая и субтропических культур. При хранении мандаринов в подвале без искусственного охлаждения в течение 1,5 месяцев и лимонов в течение 6 месяцев размеры порчи составили (в %):

	Мандарины	Лимоны
Без упаковочных материалов	28,9	12
В торфе	21,5	8,3
В бумаге	14,4	4,6

Таким образом, для упаковки цитрусовых плодов торф не может заменить бумагу. Использование и бумаги, и торфа может быть оправдано лишь в особых случаях, так как для массового применения такой способ упаковки является очень дорогим. Дело в этом случае не столько в стоимости торфа, сколько в дополнительном расходе на тару, так как в случае переслойки плодов торфом в каждый ящик вмещается на 20% меньше плодов, чем без торфа. Соответственно, конечно, возрастает потребность в транспортных средствах и складской площади для перевозки и хранения плодов.

В настоящее время для упаковки цитрусовых, вне зависимости от вида и размера плодов, применяется единый тип ящика — трехголовчатый, торцы его сделаны из дощечек, а дно, крышка и боковые стенки из фанеры (без прозоров); габариты ящика: 580×345×130 *мм*; вместимость около 15 *кг* плодов.

По сравнению с ранее используемой тарой применяющийся в настоящее время универсальный ящик для упаковки всех видов и размеров цитрусовых плодов является более совершенным. Однако и он не лишен ряда серьезных недостатков.

Главный недостаток существующей тары для упаковки цитрусовых заключается в том, что она изготовляется из дерева, причем в основном из фанеры. В силу этого тароматериалы приходится завозить из лесных районов, находящихся на большом расстоянии от культуры цитрусовых.

В настоящее время для упаковки цитрусовых плодов применяются сплошные ящики, т. е. без прозоров. Проведенные нами наблюдения за ходом хранения мандаринов показали, что при температуре около 4° мандарины лучше сохранились в ящиках без прозоров, а при более высокой температуре лучшая сохраняемость мандаринов была достигнута, наоборот, в ящиках с прозорами. Объясняется это тем, что с повышением температуры усиливается дыхание плодов, вследствие чего в ящиках без прозоров наблюдается самосогревание плодов и более быстрая их порча.

По данным, например, А. А. Колесника, В. А. Беляевой и К. П. Родэ [23], более 70% всей порчи, образующейся при хранении мандаринов, составляют плоды, находящиеся в среднем слое. Авторы объясняют это недостатком воздуха, повышенной температурой и высокой влажностью в среднем слое, обусловленными плотной укладкой плодов.

Согласно тем же данным, сохраняемость мандаринов урожая 1950 г. в ящиках с прозорами и без прозоров на 26 марта 1951 г. характеризуются следующими данными.

	Процент полноценных плодов
Мандарины желтые в ящиках с прозорами	90,6
Такие же мандарины в сплошных ящиках	76,1
Мандарины зеленые в ящиках с прозорами	90,9
Такие же мандарины в сплошных ящиках	72,4

Учитывая, что цитрусовые отгружаются с места при сравнительно высокой температуре, целесообразно применять для упаковки плодов ящики с прозорами. Это позволит не только повысить сохраняемость плодов, но и достичь некоторой экономии лесоматериалов на изготовлении тары.

Для упаковки цитрусовых мы испытали ящики из гофрированного картона таких же габаритов, как и фанерные ящики. С целью обеспечения надежной прочности ящик вставляли в картонный футляр наподобие спичечной коробки. Для удобства хранения и

транспортировки пустой тары ящики и футляры были устроены таким образом, что сгибались по швам.

При транспортировке мандаринов и апельсинов в картонных ящиках из Батуми в Москву, а также при хранении в них плодов на месте, качество их оказалось таким же, как и при транспортировке в фанерных ящиках. Стоимость же картонных ящиков ниже фанерных.

Однако по прочности картонные ящики уступали деревянным. При складировании плодов на холодильнике значительная часть ящиков в нижних слоях штабеля деформировалась; хранить в них плоды стало невозможно. Этот недостаток можно устранить путем соответствующих пропиток и проклеек картона, благодаря чему прочность тары значительно повышается.

Всесоюзной научно-исследовательской лабораторией тары разработана технология производства тары из послеуборочных растительных остатков (кукурузы, хлопчатника и др.). Испытания показали, что тара, изготовленная из растительных остатков, может с успехом заменить деревянную; стоимость ее значительно ниже стоимости деревянных ящиков.

Лиммантрест Министерства совхозов Грузинской ССР изготовил опытные образцы ящиков из послеуборочных растительных остатков для упаковки цитрусовых плодов. Растительные остатки сбраживали и из сброженной массы с помощью прессов изготовляли своеобразный картон. Из приготовленного таким образом картона была сбита партия ящиков наподобие существующих для упаковки цитрусовых фанерных ящиков с деревянными торцами. Опытная перевозка мандаринов в таких ящиках из Сухуми в Москву показала, что по своей прочности они не уступают ящикам из фанеры; плоды в них прибыли в хорошем состоянии.

Весьма важное значение имеет укладка плодов в ящики, которая должна обеспечить наиболее полное использование емкости ящика при надежной защите плодов от каких-либо механических повреждений.

Существуют три способа укладки плодов: шаровой, шахматный и диагональный (рис. 28). Каждому из этих способов укладки присущи свои положительные и отрицательные стороны.

При шаровой укладке хорошо используется емкость ящика, однако по такой системе нельзя укладывать плоды всех калибров. Кроме того, при шаровой укладке плоды больше, чем при какой-либо другой, соприкасаются друг с другом. Меньше всего плоды соприкасаются при диагональной укладке, которая довольно часто применяется для упаковки различных плодов.

На рис. 29—31 схематически изображены способы укладки различных видов цитрусовых плодов в зависимости от их размера. Мандарины и апельсины укладывают плашмя, плодоножкой вниз. Лимоны укладывают боком, так, чтобы плодоножки были

обращены в одну сторону. Все плоды следует укладывать ровными слоями.

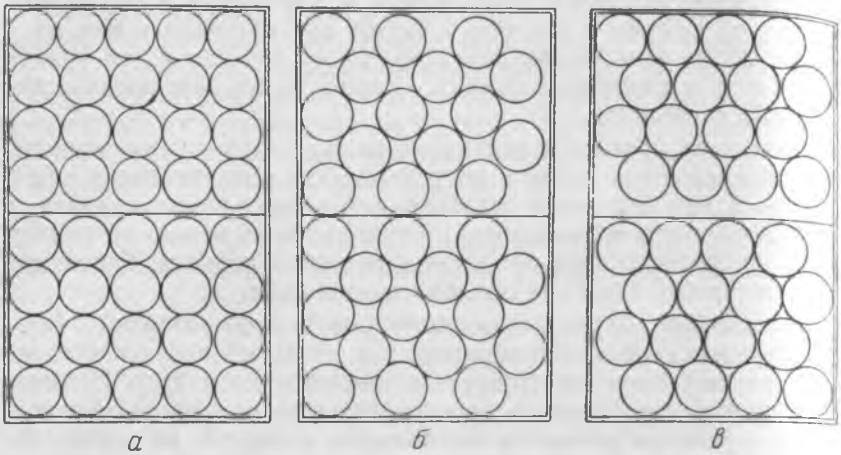

Рис. 28. Схемы основных систем укладки плодов в ящики:
а—шаровая; *б*—диагональная; *в*—шахматная.

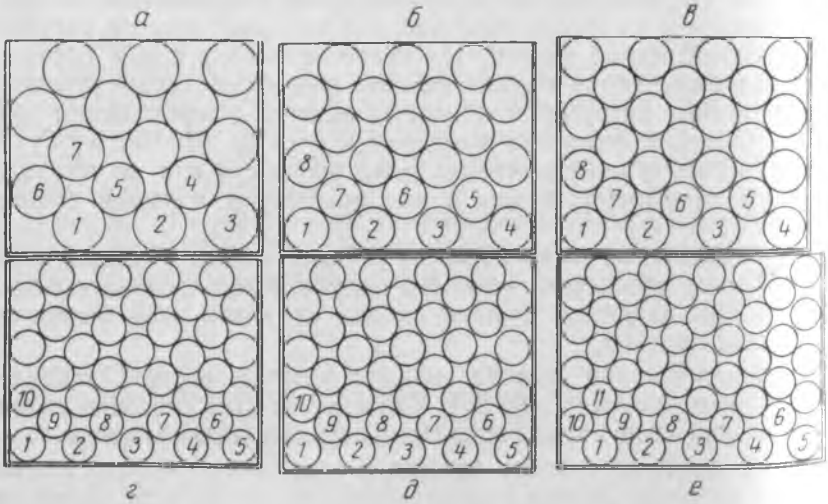

Рис. 29. Схемы укладки мандаринов разного калибра (в *мм*):
а—70 и выше; *б*—65—69; *в*—60—64; *г*—54—59; *д*—48—53; *е*—42—47
(плоды первых четырех калибров укладываются в ящик в 3 слоя; последних двух—в 4 слоя).

Поскольку в процессе калибровки неизбежны некоторые отклонения в размерах плодов, необходимо для обеспечения плотной укладки плоды меньших размеров помещать у стенки ящика,

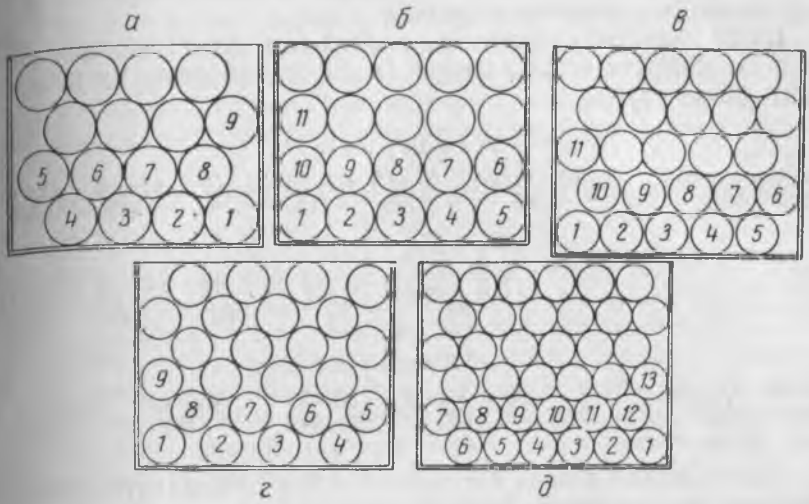

Рис. 30. Схемы укладки апельсинов разного калибра (в *мм*):

а—77 и выше; *б*—71—76; *в*—63—70; *г*—55—62; *д*—50—54;
(плоды первых двух калибров укладываются в ящик в 2 слоя; последних двух— в 3 слоя).

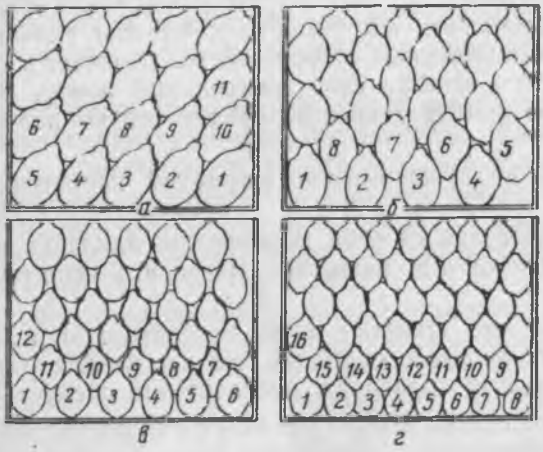

Рис. 31. Схемы укладки лимонов разного калибра (в *мм*):

а—60 и выше; *б*—51—59; *в*—45—49; *г*—42—44;
(плоды первого калибра укладывают в ящик в 2 слоя; плоды остальных калибров — в 3 слоя).

а более крупных — в центре ящика. Плоды укладывают плотно, но без нажима. При правильной укладке в каждый универсальный ящик помещают строго определенное число плодов, которое определяется размером последних.

Ниже приведено количество плодов (в штуках) в одном ящике в зависимости от их размера (в *мм* по наибольшему поперечному диаметру):

Мандарины

Размер плодов . . .	70 и выше	65—69	60—64	54—59	48—53	42—47
Количество	90	126	148	216	288	360

Апельсины

Размер плодов	77 и выше	71—76	63—70	55—62	50—54
Количество	64	80	100	144	216

Лимоны

Размер плодов	60 и выше	50—59	45—49	42—44
Количество	80	144	198	270

Для упаковки плодов следует выделить специальную бригаду, все участники которой должны предварительно пройти соответствующую подготовку. Бригадир обязан постоянно наблюдать за работой членов бригады, помогать им в освоении техники укладки и не допускать выпуска на забойку ящиков, в которых плоды уложены плохо.

Чтобы установить контроль за качеством упаковки, каждая упаковщица на торцовой стороне ящика отмечает с помощью соответствующего штампа свой контрольный номер. В случае обнаружения дефектов ящики возвращаются на повторную переупаковку.

Простой, но существенной операцией является маркировка тары.

Существуют два способа маркировки: наклейка на ящик бумажной этикетки или нанесение трафарета непосредственно на ящик.

Учитывая, что этикетки могут отклеиться при погрузочно-разгрузочных работах, особенно при перевалках с морского на железнодорожный транспорт, предпочтение следует отдать маркировке трафаретом, но с обязательным применением несмывающейся краски.

Чтобы облегчить работу по маркировке, целесообразно проводить ее в два приема. Основную маркировку следует выполнять еще при сбивке ящиков. На крышке указать наименование заготовительной организации и плодопаковочного завода, а на одной из торцовых стен ящика — вид плодов. В момент же упаковки с помощью штемпелей на ящиках отмечают только качество плодов по стандарту, размер плодов, дату упаковки и по-

мер упаковщицы. Все эти обозначения наносит сама упаковщица.

Упакованные плоды следует отгружать как можно скорее, так как, вследствие высокой температуры на плодопаковочных пунктах, даже непродолжительная задержка может вызвать ослабление присущей плодам устойчивости, а иногда и порчу плодов еще до отгрузки. Как правило, упакованные плоды следует отгружать не позднее, чем через сутки после их упаковки.

ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ ТОВАРНОЙ ОБРАБОТКИ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Сортировка, калибровка и упаковка плодов являются очень трудоемкими операциями, и на их выполнение приходится привлекать большое число сезонных рабочих. Вполне понятно, что привлечение со стороны на короткий срок, в течение которого должна быть проведена реализация урожая, значительного числа рабочих, сопряжено с серьезными трудностями. В связи с этим исключительно важное значение приобретает механизация процессов товарной обработки плодов.

Следует признать, что в отношении механизации товарной обработки цитрусовых достигнуты определенные успехи и работа в этом направлении продолжает развиваться. Здесь должна быть прежде всего отмечена многолетняя плодотворная работа, проведенная предприятиями Грузинского треста консервной промышленности и в частности инженером треста В. П. Александровым— автором ряда машин и приспособлений для товарной обработки цитрусовых.

В настоящее время товарная обработка всего урожая цитрусовых проводится на специально построенных для этих целей предприятиях — плодопаковочных заводах, где большая часть работ по сортировке, калибровке и упаковке плодов рационализирована и механизирована. К числу наиболее механизированных плодопаковочных заводов относится завод, находящийся в селе Дранды, Абхазской ССР (рис. 32).

Товарная обработка плодов на этом паковочном заводе производится следующим образом.

Поступающие на завод плоды в ящиках принимают в заготовительном цехе и подают к загрузочному бункеру. Находящийся у бункера рабочий высыпает плоды из ящиков в бункер, а освобождающиеся ящики роликовым транспортером доставляются под навес.

Из бункера плоды ленточным транспортером попадают на так называемый сортировочный транспортер. Находящиеся по обеим сторонам транспортера работницы сортируют плоды. Отсортированные стандартные плоды поступают к калибровочным машинам. Раскалиброванные плоды доставляются транспортерной лентой к бункерам упаковочных столов. В каждый бункер

попадают плоды определенного размера. Находящиеся у бункеров работницы упаковывают плоды в ящики.

Рядом с упаковщицами расположен беспрерывно двигающийся двухъярусный транспортер: верхний—цепной и нижний—ленточный. Цепной транспортер подает упаковщицам пустые ящики, а ленточный относит упакованные ящики в цех готовой продукции, где производится забивка ящиков и складирование их в штабели для последующей отгрузки.

Рис. 32. Цитрусовый паковочный завод в селе Драпды, Абхазской ССР.

Пропускная способность Драндовского завода — 80 млн. штук плодов в сезон.

Анализ затрат труда на выполнение отдельных видов работ по товарной обработке цитрусовых показывает, что до 50% всех затрат приходится на вспомогательные работы: приемку плодов, складирование, подачу к месту сортировки, подноску ящиков к местам упаковки, отправку упакованных плодов, подачу к месту отгрузки и др. Поэтому к числу первоочередных задач относится максимальная механизация именно этих операций, для чего следует как можно шире использовать выпускаемые нашей промышленностью различные транспортеры, штабелеукладчики и другие машины по механизации складских работ.

Для сортировки цитрусовых плодов по качеству заслуживает внимания специальный тип транспортера, разработанный В. П. Александровым (рис. 33).

Транспортер состоит из загрузочного бункера, ленточного транспортера и расположенных по обеим его сторонам двух роликовых транспортерных лент. Последние сделаны из деревянных роликов длиной 500 и диаметром 65 *мм;* скорость роликового транспортера — 4,5 *м/мин.* Сортировка плодов производится на роликовых транспортерах. Отсортированные плоды перекладываются на средний ленточный транспортер, двигающийся со ско-

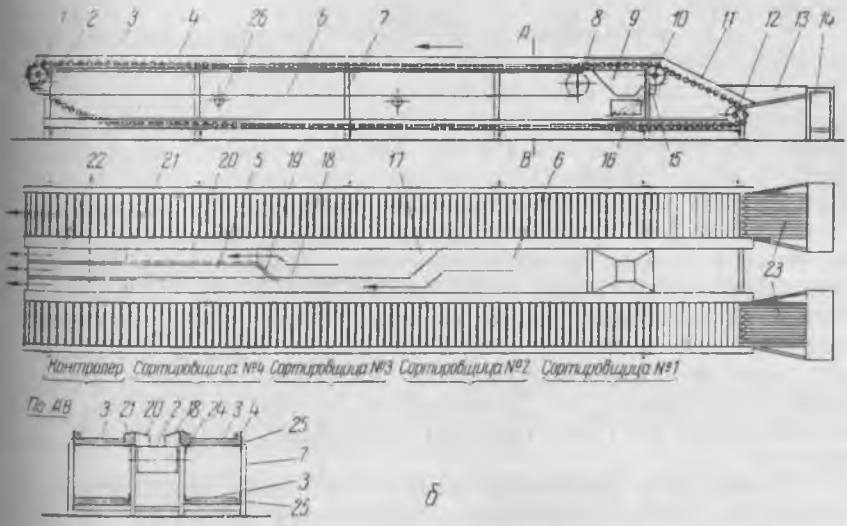

Рис. 33. Транспортер для сортировки плодов по качеству конструкции В. П. Александрова:

а—общий вид транспортера на Драндовском наковочном заводе; *б*—схема транспортера: *1*—звездочка приводная; *2*—барабан приводной; *3*—роликовый транспортер; *4*—планка предохранительная; *5*—поток высшего сорта; *6*—ленточный транспортер; *7*—рама; *8*—барабан натяжной; 9—желоб для гнилых плодов; *10*—звездочка промежуточная; *11*—наклонная часть роликового транспортера; *12*—звездочка концевая; *14*—стол; *15*—роликовая ветвь для укорочения транспортера; *16*—ящик для гнилых плодов; *17*—планка направляющая; *18*—щит; *19*—планка направляющая; *20*—щит; *21*—планка предохранительная; *22*—перегородки; *23*—планки дна бункера; *24*—цепи бесконечные; *25*—уголки под ролики; *26*—ролик холостой ветви ленточного транспортера.

ростью 15 *м/мин* и доставляющий плоды к калибровочным машинам. Ширина ленточного транспортера 500 *мм*. В зависимости от того, на сколько групп сортируются плоды, ленточный транспортер с помощью подвесных перегородок разделяется на соответствующее число потоков.

Дно загрузочного бункера состоит из ряда чередующихся между собой неподвижных и подвижных планок. Последние непрерывно поднимаются и опускаются, и благодаря этому плоды из бункера, даже при малом наклоне его дна, полностью скатываются на роликовые транспортеры.

Вследствие наклона лент под определенным углом ролики забирают только те плоды, которые находятся между ними и всегда в один слой, независимо от количества плодов, находящихся в бункере. Расположение плодов в один слой значительно облегчает их сортировку.

При установке двух или нескольких транспортеров, как, например, на Драндовском или Чаквинском плодопаковочных заводах, плоды на них подаются через общий распределительный транспортер, снабженный единым загрузочным бункером. В этом случае роликовые ленты сортировочных транспортеров укорачиваются, а лента принимает положение, показанное на рисунке пунктиром.

В случае необходимости сортировки плодов на высший сорт первый, второй и нестандартные Александров рекомендует проводить ее следующим образом.

Первая сортировщица, находящаяся в начале транспортера отбирает попадающиеся гнилые плоды и бросает их в находящийся перед ней желоб, по которому они скатываются в ящик. Так как гнилых плодов встречается мало, эта же сортировщица помогает второй, которая отбирает нестандартные плоды и помещает их в один из потоков ленточного транспортера. Третья и четвертая сортировщицы отбирают плоды высшего и первого сортов, а плоды второго сорта, которых больше всего, следуют непосредственно к калибровочной машине. По данным Александрова, такая организация сортировки цитрусовых плодов с помощью сконструированного им транспортера позволяет сократить число сортировщиц на 75%; качество сортировки при этом не ухудшается.

Поскольку в настоящее время, согласно государственным стандартам, цитрусовые плоды сортируются только на стандартные и нестандартные, весь процесс сортировки значительно упрощается. Упрощается соответственно и устройство самого транспортера.

Весьма важное значение имеет механизация процесса самой выгрузки плодов из ящиков, в которых они доставляются из сада, на транспортер.

Механизация этого процесса позволит облегчить работу, снизить повреждение плодов от ушибов и обеспечить ритмичность на протяжении всего процесса товарной обработки.

На рис. 34 изображено автоматическое приспособление для выгрузки плодов из ящиков, применяющееся в США. Ящики подаются к разгрузочному устройству с ленточного транспортера; они поддерживаются двумя параллельными цепями. Проходя через разгрузочное устройство, ящик наклоняется на одну сторону, и плоды медленно высыпаются из него на транспортер для последующей сортировки. Находящийся под цепью храповик сообщает ящику толчок для полного высыпания находящихся в нем плодов. Пустой ящик перемещается затем на транспортер, которым отводится в сторону, либо выносится из помещения завода.

Рис. 34. Автоматическое приспособление для выгрузки плодов из ящиков на транспортер (Фуд машинери Корпорейшен, США).

Для выгрузки плодов из ящиков могут применяться и более простые приспособления. Одно из таких приспособлений для выгрузки яблок из ящиков было испытано нами в совхозе имени Фрунзе Молдавского консервного треста. Приспособление (рис. 35) состоит из приемной камеры, в которую вставляется ящик с плодами, трансмиссии (передаточного механизма) и муфты включения (сцепления).

Приемная камера представляет собой каркас из углового железа, соответствующего по своим габаритам размеру рабочего ящика.

Приемная камера прикрепляется непосредственно к транспортеру и приводится в движение от его барабана.

Плоды выгружаются следующим образом.

Ящик с плодами направляется по рольгангу в камеру. Как только ящик попадает в камеру, включают муфту сцепления (нажатием педали), и камера вместе с ящиком плавно поворачивается вокруг верхнего ребра ящика. Ось вращения при этом находится на 25 *мм* выше уровня ленты транспортера. При пово-

роте камеры на 150° плоды полностью высыпаются на движущуюся ленту транспортера, муфта сцепления выключается и камера возвращается в исходное положение. После этого порожний ящик из камеры вынимается и весь цикл операций повторяется.

Недостаток такого приспособления заключается в том, что оно не обеспечивает полной защиты плодов от повреждений и в связи с этим неприемлемо для нежных сортов яблок. Повреждаемость плодов не удалось снизить и путем применения специаль-

Рис. 35. Приспособление для выгрузки плодов из ящиков на транспортер конструкции П. А. Лукашевича и А. Ф. Сербулова.

ной резиновой пластинки, устанавливаемой на подобных приспособлениях в США. Резиновая пластинка несколько придерживает плоды в момент опрокидывания ящика, но они при этом повреждаются не меньше. Кроме того, резина нередко задерживает часть плодов в ящике.

К числу полностью механизированных в настоящее время операций по товарной обработке цитрусовых относится калибровка мандаринов и апельсинов. Осуществляется она машинами конструкции В. П. Александрова. В соответствии со стандартом машина калибрует мандарины на 7, а апельсины на 5 групп. Машина проста в эксплуатации. Производительность ее до 300 тыс. плодов в смену, габариты 3×1,2×1,2 *м*.

Машина устроена следующим образом. На четырех парах звездочек, расположенных по бокам металлической рамы, находятся две бесконечные цепи. Последние через каждые 170 *мм* соединены между собой стержнями, на которых свободно вращаются пластинки, предназначенные для калибровки плодов (см. рис. 41).

Калибровочные пластинки сложены в секции. Каждая секция для калибровки мандаринов состоит из семи пластинок, для калибровки апельсинов — из пяти пластинок.

Пластинки изготовляются из листового твердого дюралюминия толщиной 2,5—3 *мм* или из качественной докты.

В каждой калибровочной пластинке, входящей в состав секции, сделано 12 круглых отверстий одинакового диаметра. В верхней пластинке секции диаметр отверстий наибольший; он соответствует наибольшему размеру плодов. В последующих пластинках размер отверстий постепенно снижается соответственно уменьшению размера плодов; исключение составляет нижняя пластинка, которая является «глухой» — без отверстий.

Плоды поступают на конусные отверстия вращающихся калибровочных секций и с ними поднимаются по наклонной плоскости вверх. Когда каждая калибровочная секция, продвигаясь горизонтально, окажется над транспортерной лентой выносного транспортера, «глухая» пластинка отпадает и открывает все отверстия нижней калибровочной пластинки с наименьшим диаметром. Все плоды, находящиеся в этой секции, диаметры которых меньше диаметра открывшихся отверстий, проваливаются, поступают в один из потоков транспортерной ленты и направляются на упаковку. Остальные плоды большего размера остаются в ячейках (отверстиях) калибровочной секции. При следующем повороте, когда калибровочная секция окажется над вторым потоком выносного транспортера, отпадает следующая пластинка, в результате чего открываются отверстия вышележащей пластинки с большим диаметром. В результате все плоды, находящиеся в этой секции, диаметр которых меньше отверстий пластинок, также проваливаются на транспортерную ленту. Таким образом происходят все последующие процессы калибровки. Плоды наибольшего диаметра поступают на последующий поток выносного транспортера.

В зависимости от мощности плодопаковочного завода устанавливается соответствующее число калибровочных машин. Широкое внедрение этих машин дало возможность хозяйственным организациям своевременно и доброкачественно проводить товарную обработку урожая цитрусовых.

Однако машины описанной конструкции имеют ряд недостатков. При калибровке на этих машинах часть плодов все же повреждается.

Кроме того, такие машины предназначены только для калибровки мандаринов и апельсинов, тогда как желательно иметь машины универсального типа, пригодные для калибровки не только всех видов цитрусовых, но и других плодов, в частности яблок и груш.

На батумском цитрусовом паковочном заводе И. А. Оганезовым была проведена калибровка лимонов на машине конструкции Александрова с помощью небольшого приспособления.

Калибровочные пластинки с круглыми отверстиями, предназначенными для мандаринов и апельсинов, были заменены пластинками нового образца. Кроме того, перед пластинками были установлены качающиеся планки, служащие для выкладывания лимонов в один ряд на калибрующие пластинки (рис. 36). Однако с помощью такого приспособления нельзя достичь высокой точности калибровки лимонов и предохранить их от механических повреждений.

Рис. 36. Приспособление к калибровочной машине В. П. Александрова для калибровки лимонов (по И. А. Оганезову).

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте консервной промышленности сконструирована машина для калибровки лимонов, которую можно использовать и для калибровки апельсинов (рис. 37).

Калибровка плодов осуществляется по наибольшему их поперечному диаметру, исходя из требований, установленных стандартами.

Из питающего бункера *1* плоды поступают на непрерывно движущиеся и вращающиеся калибрующие ролики с клапанами *2*, на которых плоды размещаются ровным слоем. Калибрующие ролики приводятся в движение цепью *3*, которой они самоустанавливаются по данному размеру. Передвижение цепи осуществляется от привода *4*.

По мере продвижения калибрующих роликов клапаны под действием веса плодов раскрываются, между клапаном и ремнем образуется зазор, через который плоды размером менее размера зазора проваливаются в бункер *5*. Более крупные плоды, которые не проваливаются через зазоры, калибруемыми роликами подви-

гаются в последний бункер, размещенный у наружной стороны машины. Из бункеров плоды поступают на завертку и упаковку.

Скорость калибрующих роликов машины 7,5 *м/мин;* производительность — 120 тыс. лимонов в смену. При калибровке же лимонов вручную норма в смену составляет только 7500 штук плодов.

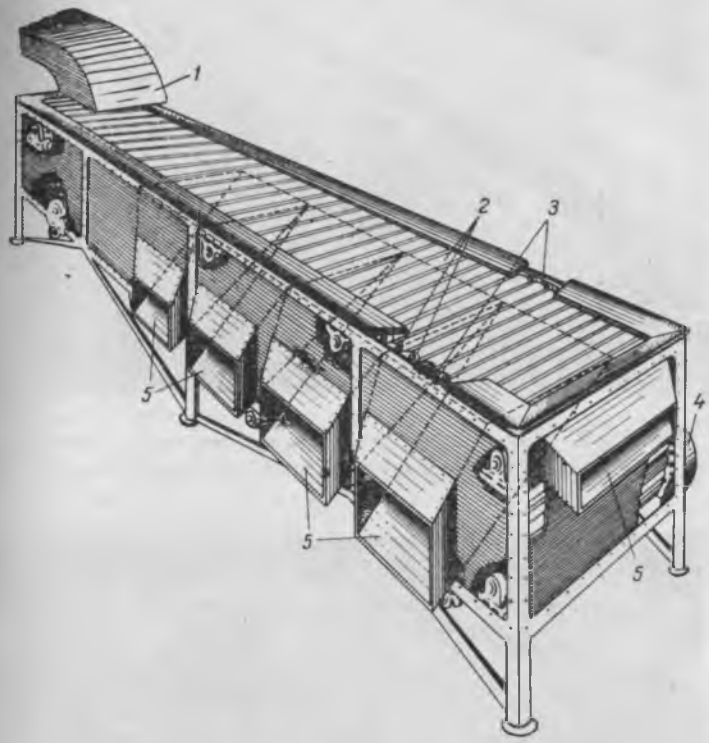

Рис. 37. Машина для калибровки лимонов и апельсинов конструкции ВНИИКП (ориг.):

1—бункер для подачи плодов; *2*—клапаны; *3*—цепь; *4*—привод; *5* - бункеры.

Проведенное нами испытание машины показало, что она калибрует лимоны по заданным стандартом размерам, проста в эксплуатации и может быть изготовлена в условиях мастерских консервного завода.

Тем не менее и эту машину нельзя рекомендовать для широкого производственного применения, так как она предназначена для калибровки только двух видов плодов.

Применяющиеся на американских плодопаковочных заводах калибровочные машины рассчитаны на калибровку отдельных видов плодов. Два типа таких машин — для калибровки апельсинов, грейпфрутов и мандаринов и калибровки лимонов — представлены на рис. 38, 39.

Рис. 38. Машина для калибровки апельсинов, грейпфрутов и мандаринов (Фуд машинери Корпорейшен, США).

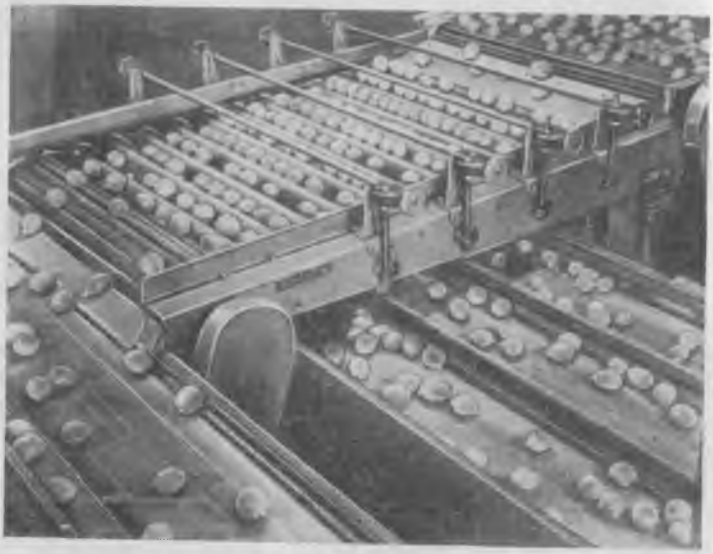

Рис. 39. Машина для калибровки лимонов (Фуд машинери Корпорейшен, США).

Большой интерес представляет конструкция калибровочной машины, в которой калибрующим органом является пара винтов, которые позволяют калибровать плоды любой формы. Следовательно, машина такой конструкции может быть использована для калибровки не только всех цитрусовых, но и других видов плодов.

На рис. 40 изображена схема такой калибровочной машины, разработанной П. А. Лукашевичем и А. Ф. Сербуловым. Машина состоит из рамы *6*, питающей части — *1*, *10* и *11*, калибрующих винтов *8* и *9*, передаточного механизма *2* и транспортера *3* для выноса раскалиброванных плодов к месту упаковки.

Калибрующие органы представляют собой пару винтов (правый и левый) с постоянным шагом и профилем впадин винтовой нарезки, выполненными в виде полуокружностей ступенчато возрастающих диаметров, образующих между винтами ряд просветов в виде круглых отверстий. Приемное устройство калибрующих винтов состоит из двух усеченных конусов и совпадающих начал заходов винтовой нарезки *11*.

Калибровочная машина работает следующим образом.

Плоды из бункера или питающего транспортера поступают в лоток *1*, а из него в приемник *10*. Далее цепочкой в один ряд плоды направляются в ручеек, образованный усеченными конусами, захватываются началом ниток винтовых нарезок и подаются на калибрующие винты *8* и *9*. В зависимости от требуемой производительности устанавливается одна или несколько пар винтов.

В начале винта радиус наименьший, в конце — наибольший.

Количество промежуточных размеров радиуса профиля должно соответствовать количеству калибров плодов. Величины же радиусов должны быть равны размерам радиусов окружностей плодов соответствующих калибров. Благодаря такому профилю нарезки между винтами образуется ряд круглых отверстий, непрерывно возрастающих по диаметру.

За каждый оборот винтов захватывается один плод, который располагается между витками нарезки в ручье, образованном двумя винтами. При вращении винтов в направлении, указанном на схеме стрелками *д* и *ж*, плоды перемещаются в направлении, указанном стрелкой *б* до тех пор, пока размер их (по наибольшему диаметру) не окажется меньше отверстий, над которыми они находятся. В этом случае плоды проваливаются и попадают на транспортер *3*, движущийся в поперечном направлении, указанном стрелкой *е*.

Над транспортером находятся делители *7*, представляющие собой обычно деревянные планки, которыми разделяются плоды разных калибров. Транспортером плоды уносятся к месту упаковки.

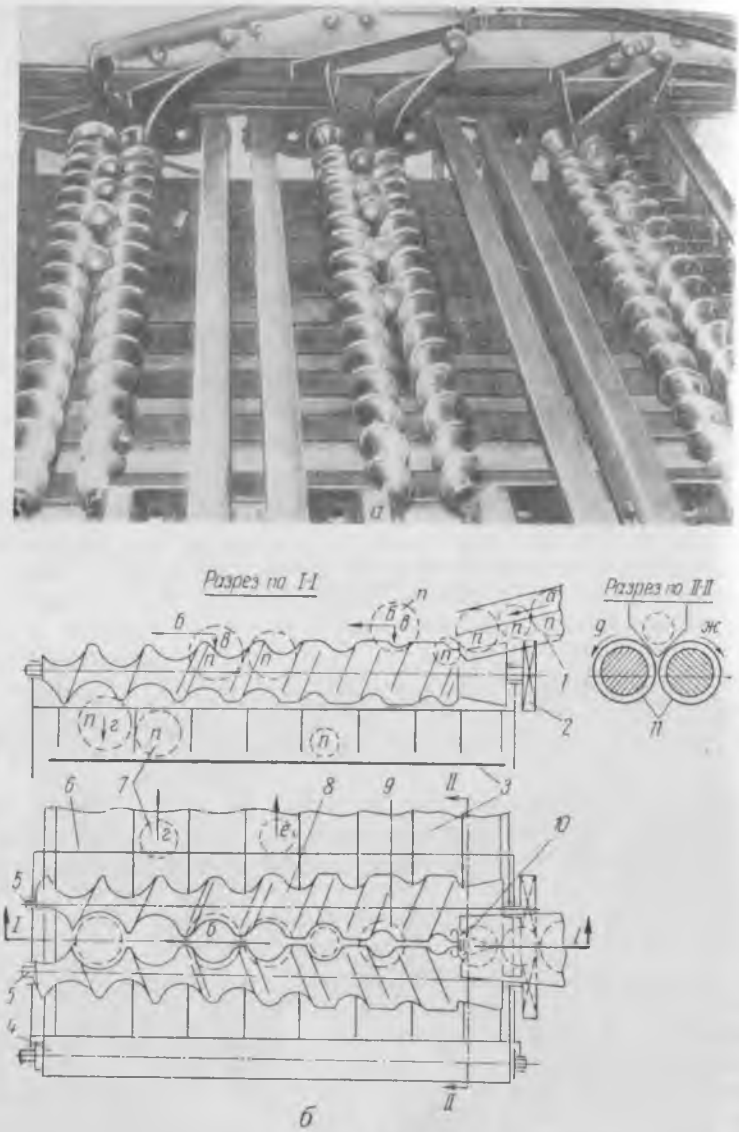

Рис. 40. Машина конструкции П. А. Лукашевича и А. Ф. Сербулова для калибровки цитрусовых и других видов плодов:

а—общий вид; *б*—схема: *1*—лоток; *2*—передаточный механизм; *3*—транспортер для раскалиброванных плодов; *4*—барабан транспортера; *5*—подшипники винтов; *6*—рама; *7*—делители калибров; *8*—винт левый; *9*—винт правый; *10*—приемник плодов; *11*—начало винта (нитки); *а, б, в, г, е*—направления движения плодов; *п*—плоды; *д, ж*—направления движения винтов.

Машина, в которой калибрующими органами также являются винты, была еще ранее сконструирована Е. В. Ролловым. Однако машина Роллова более сложна по конструкции. Так, для подачи плодов на винты по одной штуке установлен специальный механизм — дозатор, тогда как в машине Лукашевича и Сербулова данная задача решена значительно проще — путем образования конической поверхности и заборной части у винтов.

Для упаковки плодов на всех цитрусовых плодопаковочных заводах применяются специальные упаковочные столы-транспортеры конструкции В. П. Александрова (рис. 41).

Упаковочный стол состоит из ленточного транспортера шириной 800 *мм*, по обеим сторонам которого по всей длине установлены бункеры с матерчатым дном, куда скатываются с транспортера плоды. К приемным бункерам примыкают небольшие столики, на которых устанавливаются ящики для упаковки плодов. Рабочие места упаковщиц обозначены на схеме кружками.

Правый конец упаковочного стола непосредственно примыкает к калибровочной машине и является как бы продолжением выносного транспортера калибровочной машины.

Изображенный на схеме упаковочный стол-транспортер рассчитан на упаковку мандаринов семи различных калибров. Для того чтобы к каждой упаковщице поступали плоды только одного калибра, транспортер разделен подвесными деревянными планками на 5 потоков. Эти потоки являются продолжением потоков выносного транспортера, находящегося под калибровочной машиной; по ним направляются плоды второго, третьего, четвертого, пятого и шестого калибров. Плоды первого и седьмого калибра скатываются с калибровочной машины непосредственно в бункеры.

Плодов первого калибра, то есть наиболее крупных, очень мало, и для их укладки достаточно иметь одно рабочее место; плоды седьмой группы, то есть самые мелкие, не укладываются в ящики, а насыпаются. Для плодов этого калибра в отсеке бункера имеется люк с матерчатым дном, через который плоды попадают в ящики.

Для того чтобы плоды разных калибров не смешивались в приемных бункерах, последние разделены деревянными перегородками на 7 отсеков. Для скатывания плодов с любого места транспортера в приемные бункеры около каждой упаковщицы находится вращающаяся на вертикальной оси сбрасывающая планка. Когда упаковщице надо набрать плодов, она перекрывает планкой поток на ленте, и плоды скатываются в отсек бункера. После набора плодов упаковщица поворачивает планку параллельно движению ленты, и плоды следуют далее к другой упаковщице.

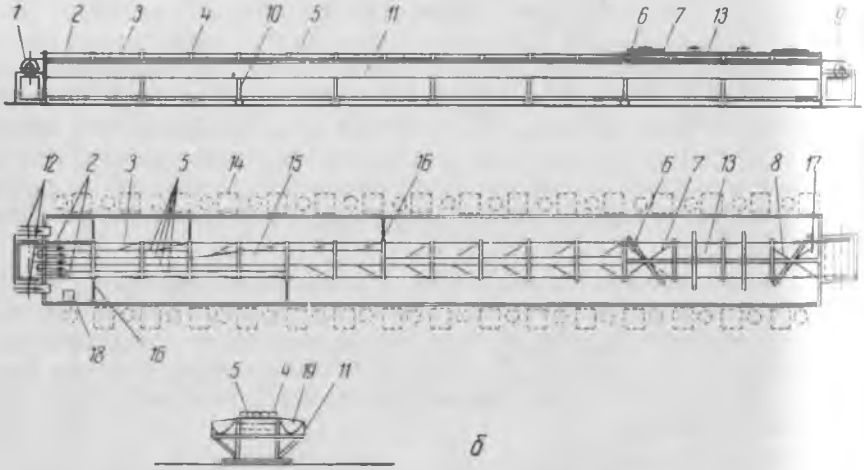

Рис. 41. Стол-транспортер для упаковки плодов конструкции В. П. Александрова:

а—общий вид (на переднем плане калибровочная машина конструкции В. П. Александрова); *б*—схема:

1—приводная станция; *2*—перегородки; *3*—планка для сбрасывания плодов; *4*—металлические скобы для укрепления сбрасывающих планок; *5*—подвесные деревянные перегородки; *6*—ручка планок *7* и *8*; *7*—планка для сбрасывания плодов; *8*—планка для сбрасывания плодов; *9*—натяжная станция; *10*—стойка; *11*—борта бункеров; *12*—лотки, по которым скатываются плоды; *13*—полосовая сталь, на которой устанавливаются планки *7* и *8*; *14*—столики для упаковки плодов; *15*—ленточный транспортер; *16*—перегородки, разделяющие бункеры на отсеки; *17*—сбрасыватель плодов на конце транспортера; *18*—лоток с матерчатым клапаном для самых мелких плодов; *19*—приемные бункеры.

При изменении соотношения между различными калибрами плодов соответственно следует изменить длину отдельных потоков на транспортере и количество упаковщиц, работающих на упаковке того или иного калибра.

Для уменьшения или удлинения того или иного потока подвесные деревянные планки делаются съемными и передвижными. Благодаря этому можно, не останавливая работу на упаковочном столе, быстро удлинять или укорачивать любой поток и тем самым изменять загрузку бункеров.

Практика работы цитрусовых плодопаковочных заводов показала, что применение такого рода упаковочных столов-транспортеров создает поточность во всем процессе товарной обработки, освобождает от необходимости переноски плодов к упаковщицам, способствует предохранению их от механических повреждений, а также обеспечивает более экономное использование площади для упаковки плодов.

Однако эти транспортеры имеют один недостаток. При скатывании в бункеры плоды сталкиваются между собой и наносят друг другу удары. Для упаковки например, таких чувствительных к удару плодов, как яблоки, подобные бункеры совершенно неприемлемы.

Представляет интерес тип бункера, применяющийся на некоторых американских плодопаковочных заводах. Бункер представляет собой медленно вращающийся барабан с подвижным дном (рис. 42). Дно с помощью пружины, по мере наполнения плодами, опускается, а по мере выборки плодов для упаковки поднимается. Благодаря этому плоды всегда находятся на одном уровне, что не только облегчает работу упаковщиц, но и защищает плоды от ушибов. Этому же способствует непрерывное вращение барабана, обеспечивающее равномерную его загрузку. Барабан может вращаться от привода упаковочного стола.

Весьма трудоемким является процесс завертки плодов в бумагу, который на всех плодопаковочных заводах до настоящего времени производится вручную.

В основу создания первой опытной машины для завертки цитрусовых плодов, изготовленной под руководством М. Е. Евстигнеева во Всесоюзном научно-исследовательском институте консервной промышленности, был положен принцип действия конфетных заверточных машин.

При конструировании машины основное внимание было обращено на защиту плодов от механических повреждений.

Машина представляет собой круглый вращающийся стол с отверстиями для укладки плодов. Стол приводится во вращение при помощи кулачковой муфты толкателя. Последний в момент остановки стола проталкивает плод с бумагой сквозь щеточное кольцо и подает его в специальный механизм, который скручивает концы бумаги (рис. 43, 44).

Рис. 42. Упаковочный транспортер с вращающимися бункерами (Фуд машинери Корпорейшен, США):
а – общий вид транспортера; *б* – вращающийся бункер с подвижным дном.

В зависимости от размера плодов на машине (см. рис. 44) устанавливается питающий диск *1* (сменяемый для каждого калибра плодов) с двенадцатью ячейками для плодов.

Диск вращается периодически, каждый раз поворачивается на один шаг размещения ячеек. В момент остановки диска толкатель *2* поднимает плод и захватывает при этом оберточную бумагу, которая скатывается с рулона *3* и подается валиком *4*, после чего отрезается ножницами *5*.

Затем плод с бумагой проталкивается через щеточное кольцо *6* и поднимается до уровня механизма *7*, сжимающего концы листа бумаги. В это же время механизм перекруточной головки *8* опускается, захватывает плод и перекручивает его на 360°. Далее механизм *7* освобождает концы бумаги, а головка *8* поднимает плод, под который подводится поворотный приемник-лоток *9*. Головка *8* при этом освобождает плод и возвращается в исходное положение, а приемник отводит плод в сторону, на конвейер для укладки в ящик.

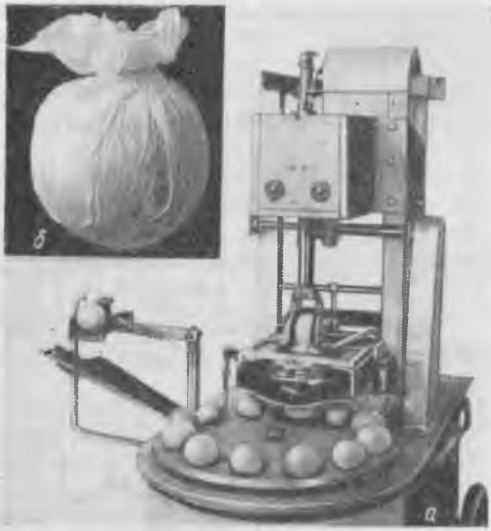

Рис. 43. Образец однодисковой машины конструкции М. Е. Евстигнеева для завертки цитрусовых плодов (ориг.):
а—общий вид; *б*—плод, завернутый в бумагу машиной.

При испытании этой машины были получены следующие результаты.

Завертка плодов происходит хорошо, бумага держится крепко. При тройной переупаковке завернутых плодов из ящика в ящик плоды не развертывались, бумага не разрывалась.

При завертке плоды не повреждаются. Это достигается плавной подачей плодов к перекруточной головке, которая состоит из двух круглых лапок, обтянутых губчатой резиной.

Укладка плодов на питающий диск обеспечивает направление плодоножки к узлу бумаги, в результате чего исключаются проколы плодов от плодоножки при их упаковке.

Проведенный хронометраж показал, что при упаковке уже завернутых с помощью этой машины плодов одна упаковщица в течение часа может упаковать 3000 штук плодов.

На основе разработанного и испытанного образца в экспериментальных мастерских Всесоюзного научно-исследовательского

института консервной промышленности под руководством М. Е. Евстигнеева построена новая машина с двумя питающими

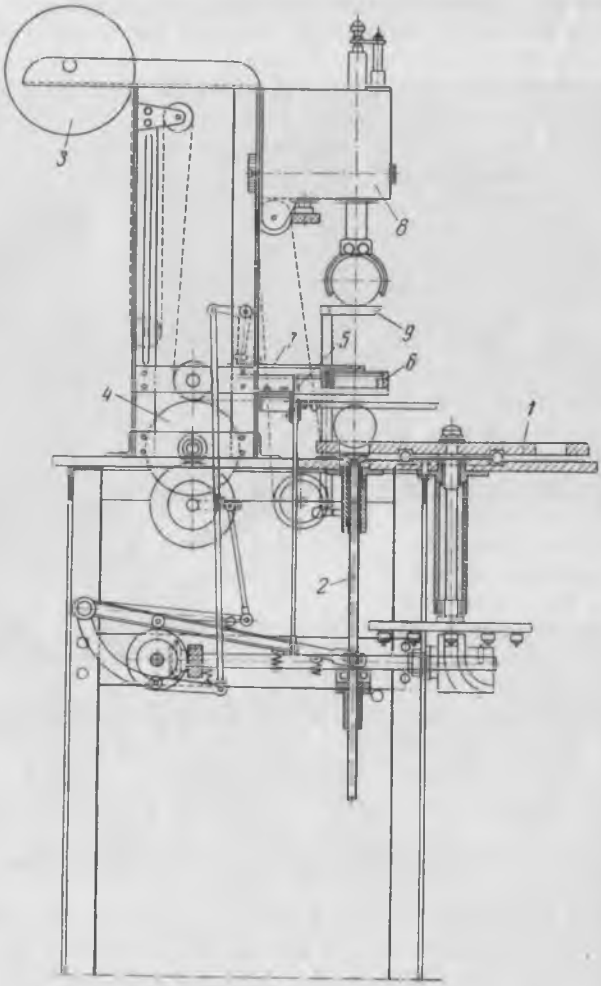

Рис. 44. Схема однодисковой машины конструкции М. Е. Евстигнеева для завертки цитрусовых плодов:

1—питающий диск; 2—толкатель; 3—рулон; 4—валик; 5—ножницы; 6—щеточное кольцо; 7—механизм; 8—головка; 9—приемник-лоток.

дисками. Производительность машины при этом увеличилась вдвое и составила 100 штук плодов в минуту.

Машину должны обслуживать трое рабочих: один регулирует подачу плодов на диск и наблюдает за работой машины, двое укладывают плоды в ящики.

При механизации указанного процесса не только облегчается труд рабочих, но и достигается лучшее качество завертки по сравнению с ручным способом, что имеет весьма важное значение для предотвращения развития процессов порчи плодов и удлинения сроков их хранения.

В настоящее время в Батумском отделении Всесоюзного научно-исследовательского института консервной промышленности ведутся производственные испытания машины для завертки плодов. В конструкцию машины вносятся некоторые изменения, в частности автоматизируется подача плодов к машине.

С наибольшими затруднениями связана механизация укладки плодов в ящики. Однако и в этом направлении уже имеется ряд интересных предложений.

Таким образом, нет сомнений, что при объединении усилий механиков, агрономов и товароведов и широком привлечении изобретателей и рационализаторов проблема комплексной механизации товарной обработки цитрусовых плодов будет разрешена в ближайшие годы.

ТИПЫ ПЛОДОПАКОВОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

Внедрение комплексной механизации при товарной обработке цитрусовых плодов теснейшим образом связано с типом паковочных предприятий и их размещением. С точки зрения рационального использования машин и механизмов наиболее эффективно строить крупные предприятия. Однако эксплуатация крупных цитрусовых паковочных заводов с пропускной способностью около 60 млн. штук плодов в сезон показала, что они имеют ряд недостатков.

Паковочные заводы, рассчитанные на товарную обработку около 60 млн. штук плодов, представляют собой большие, дорогостоящие сооружения, расположенные преимущественно у железнодорожных станций. Непосредственно на такие паковочные заводы доставляют лишь незначительную часть плодов. Основная масса плодов поступает на приемо-заготовительные пункты, удаленные от паковочных заводов на 15—20 и даже 35 *км*.

В качестве примера можно привести существующий в настоящее время порядок заготовки цитрусовых плодов в Аджарской заготовительной конторе Грузконсервтреста — одной из крупнейших заготовительных организаций. Из общего количества плодов, принимаемых тремя паковочными заводами данной конторы, непосредственно от производителей поступает 35% плодов, а остальные 65% поступают через приемо-заготовительные пункты. На Кобулетский паковочный завод непосредственно от производителей поступает лишь 25% плодов, а 75% поступает через приемо-заготовительные пункты.

Естественно, что дополнительная перевалка плодов на приемо-заготовительных пунктах, связанная с приемкой плодов (вы-

грузкой), взвешиванием, временным хранением, вторичной погрузкой для отправки на паковочный завод, перевозкой на значительные расстояния в неупакованном виде, не может не привести к механическим повреждениям, к резкому снижению устойчивости плодов.

Вследствие этого к числу важнейших организационных мероприятий, направленных на сохранение естественной устойчивости плодов, следует отнести ликвидацию промежуточного звена при заготовках цитрусовых, то есть приемо-заготовительных пунктов. Следовательно, плоды желательно доставлять на паковочные заводы непосредственно от производителей, минуя заготовительные пункты. А для этого в дальнейшем целесообразнее строить небольшие паковочные заводы, расположенные вблизи от цитрусовых насаждений.

О целесообразности эксплуатации небольших паковочных заводов, рассчитанных на прием около 25 млн. штук плодов непосредственно от производителей и размещенных поэтому вблизи от цитрусовых насаждений, свидетельствуют результаты производственных опытов, проведенных нами в Аджарской АССР.

В с. Ахалшени, расположенном в 8 *км* от Батуми, был построен небольшой опытный павильон для товарной обработки цитрусовых плодов, поступавших от двух ближайших колхозов и с приусадебных участков колхозников. Часть плодов после товарной обработки немедленно доставляли на ж.-д. станцию для отгрузки, а другую часть оставляли на хранение в специально построенном хранилище. Эти плоды отгружали через 3—4 месяца после окончания сезона заготовок.

Проведенные опыты показали, что приближение пунктов товарной обработки плодов к местам их произрастания обеспечивает не только действенную защиту плодов от механических повреждений, но имеет еще много других весьма важных преимуществ.

Прежде всего на небольшом паковочном заводе гораздо легче проводить всю систему санитарно-профилактических мероприятий (дезинфекцию помещений, агрегатов, машин, рабочей тары), чем на крупных паковочных заводах, вследствие громоздкости последних и скопления на них огромного количества плодов.

Кроме того, на небольшом заводе можно осуществить приемку плодов строго по графику. Так, в опытном павильоне за 10 дней до начала уборки цитрусовых со всеми сдатчиками был согласован ориентировочный график доставки плодов, причем сдачу мандаринов предполагалось закончить к 5 декабря, а апельсинов и лимонов — к 20 декабря. Такой порядок в доставке плодов обеспечивает равномерное поступление их и тем самым нормальные условия для проведения товарной обработки.

В условиях крупного паковочного завода, когда связь с каждым сдатчиком крайне затруднена, достигнуть выполнения

сдачи плодов по графику трудно, в результате чего часто наблюдаются так называемые «пики» в доставке плодов со всеми вытекающими отсюда отрицательными последствиями.

В соответствии с установленным графиком каждый сдатчик накануне получал определенное количество предварительно продезинфицированных рабочих ящиков для доставки плодов. Таким образом был установлен контроль за оборачиваемостью ящиков, что, как мы увидим ниже, имеет существенное значение.

Плоды от сдатчиков поступали, как правило, в день уборки, товарную обработку плодов проводили на следующий день.

Каждый день по окончании работы все сортировочные столы и калибровочную машину протирали 2%-ным раствором формалина. Полы в помещении сначала смачивали формалином и затем подметали. Рабочие ящики после выгрузки из них плодов обрабатывали сернистым ангидридом в течение 6 часов.

После сортировки плодов по качеству наиболее зрелые из них, средние по размеру, без видимых признаков физиологических заболеваний сразу же заворачивали в бумагу, укладывали в рабочие ящики, выстланные бибуловой бумагой, и помещали на хранение в находящееся при паковочном павильоне хранилище. Остальные плоды, за исключением нестандартных, калибровали, затем упаковывали в универсальные ящики в соответствии с требованиями действующих стандартов и отправляли в Москву.

Хотя лучшую часть плодов оставили для хранения, тем не менее плоды прибывали в Москву без потерь. Даже порча мандаринов за период транспортировки, вне зависимости от времени отгрузки, составила менее 1% (табл. 60). Во всех отгружаемых партиях не было обнаружено плодов, пораженных голубой плесенью, что, несомненно, является следствием применения проверенной уже системы санитарно-профилактических мероприятий.

Таблица 60

Размеры порчи плодов за время транспортировки их из Батуми в Москву в %

Виды плодов и время отгрузки	Технический брак	Отходы
Мандарины		
в начале сезона	0,5	0,3
в средине сезона	0,4	0,1
в конце сезона	0,5	0,3
Апельсины	0,2	0
Лимоны	0,2	0

Предполагалось, что строительство и содержание небольших паковочных заводов будет стоить значительно дороже, чем крупных пристанционных заводов. Однако сопоставление фактических затрат на постройку пристанционного паковочного завода, рас-

считанного на обработку 60 млн. штук плодов в сезон, и стоимости рекомендуемого нами паковочного завода производительностью 25 млн. штук плодов показало, что расходы на строительство небольших заводов для товарной обработки цитрусовых могут быть даже снижены на 30—35%.

При строительстве небольших паковочных заводов расходы сокращаются по всем видам работ и прежде всего на строительстве главного корпуса, жилых домов, организации энергетического хозяйства и устройстве подъездных путей.

Рассредоточение паковочных заводов создает предпосылки для более рационального решения вопроса о рабочей силе. Поскольку товарная обработка цитрусовых является сезонным производством и пока еще очень трудоемким, хозяйственные организации вынуждены ежегодно приглашать рабочих на сезон заготовок из других районов. Это связано со значительными расходами на перевозку рабочих, а главное, на строительство жилищ. При строительстве же небольших паковочных заводов, рассредоточенных в различных районах, потребность в рабочей силе для каждого завода сравнительно невелика, поэтому можно обойтись и без привлечения рабочих со стороны.

Использование местных рабочих позволяет также значительно повысить качество сортировки и упаковки плодов, так как тщательное выполнение этих операций возможно лишь после приобретения рабочими определенных навыков.

Рекомендуемый тип плодопаковочного завода имеет и ряд других экономических преимуществ.

Одной из значительных статей расхода при товарной обработке цитрусовых является изготовление рабочих ящиков, которыми паковочные заводы снабжают поставщиков плодов. На больших паковочных заводах при сдаче плодов через приемо-заготовительные пункты, на которых плоды обычно задерживаются, ящики за весь сезон заготовок совершают не более трех оборотов. На небольших же паковочных заводах, благодаря ликвидации приемо-заготовительных пунктов, оборачиваемость рабочей тары может быть увеличена по крайней мере в два раза. На опытном паковочном пункте ящики в течение сезона заготовок были использованы в среднем 8 раз.

Ликвидация приемо-заготовительных пунктов при строительстве небольших паковочных заводов позволит, кроме того, значительно сократить потребность в автотранспорте в результате более эффективного использования грузоподъемности машин при перевозке плодов в упакованном виде.

Несомненно, что дальнейшее расширение технической базы по товарной обработке цитрусовых за счет строительства небольших паковочных заводов необходимо проводить с учетом существующих уже крупных заводов. Для сокращения административно-управленческих расходов следует вновь строящиеся заводы прикреплять в качестве отделений к имеющимся пристанционным

заводам, куда они должны поставлять упакованную продукцию для последующей отгрузки в пункты потребления. При этих условиях некоторые административно-управленческие работы будут выполняться штатом пристанционных паковочных заводов (например, сводная бухгалтерия); следовательно, таким образом можно добиться снижения общих административно-управленческих расходов.

Необходимо вместе с тем подчеркнуть, что только приближением паковочных заводов к местам произрастания цитрусовых и ликвидацией приемо-заготовительных пунктов нельзя решить проблемы удлинения сроков хранения и борьбы с потерями плодов. Первостепенное значение имеет соблюдение всей рассмотренной системы мероприятий по защите плодов от заражения микроорганизмами при уборке и товарной обработке. Рекомендуемый же порядок организации заготовок создает для выполнения этих мероприятий необходимые предпосылки и обеспечивает тем самым получение от них наибольшего эффекта.

ГЛАВА VI

ХРАНЕНИЕ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

Процесс хранения плодов, как мы уже видели, определяется, с одной стороны, устойчивостью их, которая обусловлена в значительной мере особенностями дыхательного газообмена тканей, а с другой стороны, степенью обсемененности плодов спорами вредоносных микроорганизмов. Поэтому при выборе комплекса условий, обеспечивающих наиболее благоприятное прохождение процесса хранения плодов, основное внимание должно быть уделено тем факторам внешней среды, которые оказывают непосредственное влияние на дыхательный газообмен плодов и жизнедеятельность микроорганизмов.

К числу этих факторов относятся температура, влажность воздуха и его газовый состав.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА СОХРАНЯЕМОСТЬ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

До настоящего времени широко распространено мнение о том, что все плоды следует хранить при низкой температуре, исключающей лишь подмерзание тканей. Такая точка зрения не лишена оснований, поскольку со снижением температуры приостанавливается жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих порчу плодов при хранении, а в самих плодах замедляются биохимические процессы, что обеспечивает более полное сохранение в плодах пластических веществ.

Однако при этом совершенно не учитываются биологическая специфика отдельных видов плодов и различная их реакция на температурные условия.

Между тем практика хранения не только цитрусовых, но и других видов плодов и овощей показывает, что далеко не во всех случаях при низких температурах получаются хорошие результаты. Установлено, например, что дыни хорошо сохраняются при 0°, тогда как для арбузов такая температура неприемлема и они лучше всего сохраняются при температуре около 3° [33].

Правильной разработке вопросов температурного режима хранения плодов в значительной мере мешало также глубоко укоренившееся мнение, что все биохимические процессы, в том числе и дыхание, подчиняются закону Вант-Гоффа, согласно

которому с повышением температуры на 10° скорость химических реакций увеличивается вдвое. Между тем применительно к процессам, протекающим в живом организме, это правило имеет лишь чисто условное, относительное значение. Так, по данным Б. А. Рубина, с повышением температуры хранения от 1 до 5° интенсивность дыхания у моркови увеличилась на 30%, у лука на 80, а у свеклы более чем на 100% [46].

Кроме того, в различном интервале температурной кривой подъем температуры на 10° по-разному активизирует процесс дыхания растений. Так, в опытах с апельсинами сорта Валенсия, проведенных в США, было показано, что при повышении температуры от 0 до 10° интенсивность дыхания плодов возросла более чем в 5 раз, тогда как повышение температуры от 22 до 32° почти не сказалось на интенсивности их дыхания. Это видно из следующих данных, характеризующих, во сколько раз возрастало дыхание апельсинов с повышением температуры на 10° (по количеству поглощенного кислорода).

Интервалы температур в°	Возрастание дыхания
0—10	5,2
5—15	2,2
11—21	1,8
17—27	1,6
22—32	1,3
28—38	1,4

На примере цитрусовых плодов мы видели, что изменение дыхательной активности плодов, вызываемое повышением температуры, зависит и от физиологического состояния плодов и, в частности, от условий температуры, при которых протекали предыдущие этапы их развития.

Даже из приведенных примеров видно, что при выборе температурного режима хранения плодов необходимо в каждом конкретном случае учитывать физиологическое состояние плодов. Важнейшее условие хранения — обеспечить нормальное прохождение в тканях плодов процессов обмена веществ, с которыми связан важный для процесса хранения признак — устойчивость плодов по отношению к микроорганизмам и физиологическим заболеваниям.

Изучение процессов поражения цитрусовых плодов микроорганизмами и физиологическими заболеваниями позволило установить довольно определенную зависимость их от температуры. Материалы, изложенные в главе IV, показывают, что с повышением температуры хранения интенсивность поражения цитрусовых плодов микроорганизмами возрастает, что вполне совпадает с данными, полученными для всех других видов плодов.

Свойственные цитрусовым специфические отличия, обусловленные их южным происхождением, проявляются весьма отчет-

ливо при хранении плодов в условиях пониженной температуры. Так, при приближении температуры хранения цитрусовых к нулевой точке наблюдается резкое усиление физиологической порчи плодов.

Таким образом, для предотвращения поражения цитрусовых микроорганизмами их следует хранить при более низкой температуре. Для предотвращения возможности возникновения физиологических заболеваний необходимо, наоборот, хранить плоды в условиях более высокой температуры. В этом и заключается специфика требований к температурному режиму хранения, которая отличает цитрусовые от ряда других видов плодов.

Литературные данные по вопросу температурного режима хранения цитрусовых весьма противоречивы, однако большинство авторов все же считает, что все виды цитрусовых плодов следует хранить при температуре выше 0°. Согласно нашим исследованиям, а также исследованиям А. А. Колесника, проведенным в специально оборудованных изотермических камерах, наилучшая сохраняемость отдельных видов цитрусовых плодов наблюдалась при следующих плюсовых температурах:

Мандарины	2—3°
Апельсины	4—5°
Лимоны	6—7°

Изложенные в предыдущих главах материалы об особенностях дыхательного газообмена цитрусовых плодов и о поражаемости их микроорганизмами и физиологическими заболеваниями позволяют разобраться в причинах различного прохождения хранения каждого из этих видов плодов в условиях различной температуры.

Возможность хранения мандаринов при относительно более низких температурах связана с повышенным уровнем дыхательного газообмена их тканей, вследствие чего мандарины при такой температуре оказываются более устойчивыми, чем другие виды цитрусовых плодов, к физиологическим заболеваниям. Однако даже при незначительном повышении температуры в процессе хранения мандаринов значительно увеличивается поражаемость их микроорганизмами, так как ткани этих плодов почти полностью лишены способности активизировать дыхание при взаимодействии с патогенными агентами.

Что касается апельсинов, то, вследствие присущего их тканям более низкого уровня дыхательного газообмена, предотвращение поражения этого вида плодов физиологическими заболеваниями может быть достигнуто лишь при более высокой температуре. При этом такая температура не приводит к серьезному ослаблению сопротивляемости апельсинов заражению микроорганизмами, так как эти плоды отличаются способностью значительно активизировать дыхание.

Наконец, для лимонов, обладающих самым низким уровнем дыхательного газообмена, необходимы наиболее высокие температуры хранения. Исключительная способность тканей этих плодов активизировать дыхание позволяет им сопротивляться микроорганизмам даже в условиях высокой температуры.

Сказанное подтверждается данными наших опытов по хранению различных видов цитрусовых при температуре 3 и 6° (табл. 61).

Таблица 61

Размеры потерь при хранении мандаринов и лимонов в условиях различного температурного режима в %

Виды плодов	Продолжительность хранения в днях	Температура хранения			
		3		6	
		технический брак	отходы	технический брак	отходы
Мандарины сорта Уншиу	85	0,8	0,2	1,4	1,2
	145	12,4	8,2	9,9	27,9
Лимоны сорта Новогрузинский	70	0	0	0,6	0
	130	3,8	1,7	1,4	0,9
	165	7,8	2,3	1,6	0,9

Данные табл. 61 показывают, что порча мандаринов при температуре 3° оказалась в два раза ниже, чем при температуре 6°, а порча лимонов, наоборот, при температуре 3° оказалась в несколько раз выше, чем при температуре 6°. Возрастание порчи лимонов при температуре 3° обусловлено усилением функциональных расстройств.

Необходимость применения при хранении цитрусовых сравнительно высоких температур связана не только с предохранением их от физиологических заболеваний, но и с сохранением вкусовых свойств плодов Замечено, что вкус плодов, особенно мандаринов и апельсинов, после хранения при низких температурах ухудшается.

В табл. 62 представлены данные, характеризующие изменение в содержании сахаров в мандаринах за период пятимесячного хранения при температуре 3 и 6°. Исследовали абхазские мандарины, обладающие более высокой лежкостью, чем аджарские, в связи с чем их удалось сохранить в течение пяти месяцев даже при температуре 6°.

Данные табл. 62 показывают, что за пятимесячный срок хранения мандаринов при температуре 3° содержание сахаров в мякоти уменьшилось на 8%, а при температуре 6° — на 56%; в кожуре соответственно — на 42 и 61%.

Таблица 62

Изменение в содержании сахаров при хранении мандаринов сорта Уншиу при температуре 3 и 6°

(в % к исходному весу плодов)

Дата наблюдений	Мякоть			Кожура		
	инвертный сахар	сахароза	общее количество	инвертный сахар	сахароза	общее количество
Исходное содержание						
8 декабря . . .	3,13	5,43	8,56	7,20	1,44	8,64
После хранения при температуре 3°						
3 февраля . . .	2,71	4,94	7,65	4,69	1,42	6,11
19 мая	2,41	5,48	7,89	4,45	0,56	5,01
После хранения при температуре 6°						
3 февраля . . .	2,75	4,62	7,37	4,43	1,15	5,58
19 мая	1,91	1,88	3,79	2,82	0,54	3,36

Если проследить за изменением содержания сахаров в плодах на протяжении всего периода хранения, то нетрудно убедиться, что бо́льшее количество сахаров кожуры расходуется в первый период хранения, тогда как сахара мякоти в основном расходуются во второй период хранения. Установлено, что потери сахаров тем выше, чем выше температура хранения.

Такие же данные были получены при хранении апельсинов (табл. 63).

Таблица 63

Изменения в содержании сахаров при хранении апельсинов сорта Местный при температуре 3 и 6° в %

Дата наблюдений	Мякоть			Кожура		
	инвертный сахар	сахароза	общее количество	инвертный сахар	сахароза	общее количество
Исходное содержание						
8 декабря . . .	2,24	3,73	5,97	6,24	1,52	7,76
После хранения при температуре 3°						
5 апреля	2,84	3,14	5,98	5,08	0,72	5,80
25 мая	2,84	2,74	5,58	4,51	0,99	5,50
После хранения при температуре 6°						
5 апреля	2,64	2,54	5,18	4,73	0,83	5,56
25 мая	2,49	2,77	5,26	4,28	1,19	5,47

Иного характера изменения наблюдаются в содержании кислот. В кожуре, где содержание кислот невысокое, оно практически не изменяется как при температуре 3°, так и при температуре 6°. Содержание кислот в мякоти значительно снижается к концу хранения. Так, при хранении мандаринов и апельсинов в течение пяти месяцев при температуре 4—5° содержание кислот в мякоти уменьшилось в 3 раза, причем максимальное снижение в содержании кислот наблюдалось в течение двух последних месяцев хранения (табл. 64).

Таблица 64

Изменения в содержании кислот в процессе хранения мандаринов и апельсинов при температуре 4—5°

(в % к исходному весу плодов)

Время наблюдений	Мандарины сорта Уншиу		Апельсины сорта Местный	
	мякоть	кожура	мякоть	кожура
Декабрь	0,88	0,18	1,06	0,11
Февраль	0,76	0,17	0,81	0,11
Апрель	0,39	0,18	0,65	0,11
Май	0,26	0,19	0,31	0,11

В отличие от сахаров, расход которых в плодах уменьшается при понижении температуры хранения, расход кислот в этих условиях, наоборот, увеличивается.

Такого рода результаты мы наблюдали в течение двух лет при хранении мандаринов, апельсинов и лимонов. В мандаринах, например, через 5 месяцев хранения содержание кислот уменьшалось при температуре 3° более чем в 3 раза, а при температуре 6° — в 2 раза по сравнению с исходным их содержанием; в апельсинах соответственно — в 2 и 1,5 раза (табл. 65).

Таблица 65

Изменения в содержании кислот при хранении цитрусовых плодов при температуре 3 и 6°

(в % к исходному весу плодов)

Плоды	Мандарины сорта Уншиу	Апельсины сорта Местный	Лимоны сорта Новогрузинский
Свежеубранные	0,88	1,15	5,83
Через 5 месяцев хранения:			
при температуре 3° .	0,26	0,50	4,62
при температуре 6° .	0,41	0,70	5,25

Таким образом, в результате проведенных опытов было установлено, что при низких температурах плоды цитрусовых расходуют на дыхание преимущественно кислоты; при повышенных температурах, наоборот, возрастает использование сахаров. Такого же рода данные известны в отношении грейпфрутов, хранение которых осуществлялось при температуре 0 и 21° [82].

Причины выявленных закономерностей не установлены в связи с тем, что в целом процессы обмена органических кислот в растительной ткани еще мало изучены. Вполне вероятно, что в условиях низкой температуры, когда вовлечение кислорода в дыхательный газообмен затрудняется, в качестве дыхательного материала используются в первую очередь наиболее окисленные соединения, хотя и энергетически менее активные. К числу таких веществ, как известно, относятся органические кислоты. С повышением температуры, когда облегчается вовлечение кислорода в дыхательный газообмен и активность дыхания возрастает, в качестве дыхательного материала используются энергетически более активные соединения, какими являются сахара.

Таким образом, при низких температурах хранения ухудшаются вкусовые достоинства цитрусовых плодов, которые лишаются в этих условиях значительной части содержащихся в их тканях органических кислот. В результате нарушается присущий цитрусовым плодам сахаро-кислотный коэффициент.

Все сказанное о температурном режиме хранения цитрусовых справедливо лишь по отношению к здоровым плодам, то есть не утратившим присущую им устойчивость. Совершенно иначе должен решаться вопрос о температурном режиме хранения плодов, у которых устойчивость по тем или иным причинам ослаблена. Об этом свидетельствуют результаты наших наблюдений над процессом хранения мандаринов, апельсинов и лимонов, отобранных с Московской базы Плодоконсерва из числа рядовых партий, поступивших в конце сезона заготовок. Плоды были помещены в изотермические камеры при температуре 0, 3 и 8 (табл. 66).

При всех трех температурах хранения общие размеры потерь в этом опыте оказались высокими. Объясняется это сильным обсеменением плодов в процессе товарной обработки и ослаблением их устойчивости при транспортировке. Вместе с тем, данные таблицы показывают, что в начале хранения размеры порчи были тем меньше, чем ниже температура; самые низкие потери наблюдались при нулевой температуре. По мере же удлинения сроков хранения порча плодов при нулевой температуре возрастает гораздо сильнее, чем при более высоких температурах.

Подобные явления, возникающие при хранении плодов, объясняются тем, что низкие температуры подавляют развитие микроорганизмов, и поэтому в начале хранения, когда физиологические заболевания еще не успевают проявиться, размеры потерь тем ниже, чем ниже температура. В дальнейшем, в условиях низ-

Таблица 66

Общие размеры порчи при хранении цитрусовых плодов с ослабленной устойчивостью в %

Виды плодов	Дата наблюдений	Температура хранения		
		0	3	8
Мандарины	19 февраля	3,6	17,0	28,0
	11 марта	49,1	52,6	88,0
Апельсины	21 февраля	8,0	22,0	40,5
	25 марта	41,5	72,5	Сняты с хранения
Лимоны	6 марта	1,4	1,4	5,6
	7 апреля	11,4	16,0	20,9
	7 мая	74,4	24.0	22,5

кой температуры, начинают развиваться физиологические заболевания, в результате чего общие размеры потерь при этой температуре оказываются наиболее высокими.

Результаты проведенных опытов показывают, что в тех случаях, когда на хранение закладывают обильно обсемененные плоды с ослабленной устойчивостью, основное внимание следует обратить на подавление жизнедеятельности микроорганизмов. Поэтому такие плоды надо хранить при температуре около 0°. При такой температуре можно избежать больших потерь, но при этом сильно сокращается длительность хранения плодов.

С другой стороны, применять повышенную температуру при хранении здоровых, неослабленных плодов нужно также с большой осторожностью в связи со стимулирующим влиянием, которое такая температура оказывает на жизнедеятельность микроорганизмов. В интервале около 0° изменение температуры даже на 1° значительно усиливает их развитие. Так, по данным Ф. М. Чистякова и З. З. Бочаровой [68], активный рост гриба Botrytis cinerea при температуре 2° наблюдался на шестой день после посева на питательный субстрат, а при температуре 0° — на двенадцатый день.

Кроме того, при повышении температуры усиливаются не только дыхание плодов, но и процессы анаэробного обмена, что в конечном счете приводит к ослаблению лежкости плодов.

С повышением температуры хранения возрастают и потери веса плодов, главным образом за счет повышенного испарения воды, что приводит к увяданию плодов и также ослаблению их лежкости (табл. 67).

Таблица 67

Размеры убыли в весе цитрусовых плодов при температуре хранения 3 и 6° в %

Виды плодов	Температура хранения					
	3			6		
	продолжительность хранения в месяцах					
	2	4	5	2	4	5
Мандарины . .	2,5	8,8	14,1	2,5	10,1	17,0
Апельсины . . .	5,0	8,0	11,0	5,2	8,3	11,7
Лимоны	6,6	8,6	12,1	6,6	10,3	13,1

Таким образом, вопрос о применении низких температур должен занимать центральное место при разработке мероприятий, направленных к удлинению сроков хранения цитрусовых плодов.

К числу таких мероприятий в первую очередь относится закладка на хранение наиболее зрелых плодов, убранных в более поздние сроки. Так как в процессе созревания устойчивость плодов к физиологическим заболеваниям возрастает, следовательно, зрелые плоды можно хранить при более низкой температуре, чем недозрелые. Снижение температуры хранения даже на 1—2° имеет весьма существенное практическое значение.

Однако вследствие ряда причин отбор для хранения только зрелых плодов не всегда возможен. Поэтому необходимо найти и другие пути, с помощью которых можно было бы снизить температуру хранения цитрусовых плодов без опасения усилить поражение их физиологическими заболеваниями.

Заслуживают внимания результаты одного из наших опытов, проведенных с мандаринами.

Партию мандаринов из числа выращенных в Сухумском районе, хранившуюся в течение 3,5 месяца при температуре 3—4°, в дальнейшем хранили при температуре 1° в течение 1,5 месяца, после чего мандарины исследовали. Никаких следов поражения плодов физиологическими заболеваниями не обнаружено. Можно поэтому предположить, что при длительном хранении в условиях температуры 3—4° плоды как бы закаляются, то есть они приобретают способность осуществлять нормальный обмен при более пониженных температурах на последующем этапе хранения. Аналогичные явления происходят с теми плодами, которые оставляют на материнском растении до более поздних сроков уборки.

Само собой разумеется, что понижение температуры до 1° на втором этапе хранения мандаринов способствует уменьшению возможности поражения их микроорганизмами, при этом не наблюдается сколько-нибудь заметного ухудшения вкусовых достоинств плодов. Во всяком случае при таких условиях хранения не было

обнаружено одностороннего использования на дыхание органических кислот. Выявлено, что при понижении температуры хранения расход дыхательного материала (кислот и сахаров) уменьшался в равной степени (табл. 68).

Таблица 68

Изменения в химическом составе мякоти мандаринов при различном режиме хранения в %

Плоды	Сахара			Кислоты
	инвертный сахар	сахароза	общее количество	
Свежеубранные	3,13	5,43	8,56	0,88
Через 5 месяцев хранения:				
при температуре 4° . . .	2,52	4,30	6,82	0,27
при сменной температуре	4,39	3,99	8,38	0,43

Мы не исследовали апельсинов и лимонов. Однако имеются основания полагать, что они не являются в этом случае исключением. А. А. Колесник на основании своих работ также пришел к выводу, что температуру воздуха на втором этапе хранения можно заметно понизить.

Вполне естественно, что длительность первого периода хранения, при более высоких температурах, зависит от степени зрелости и других свойств плодов (сорт, район произрастания и пр.). Для плодов, принадлежащих к более устойчивым видам и сортам, а также для более зрелых плодов сроки хранения при повышенных температурах могут быть, повидимому, существенно сокращены.

В зарубежной, особенно американской литературе, посвященной хранению цитрусовых плодов, довольно часто упоминается о так называемом «керинге» (curing), что в буквальном переводе означает подвяливание, томление. Сущность этого приема заключается в том, что плоды перед закладкой на хранение предварительно выдерживают некоторое время при температуре от 15 до 35°. Судить об эффективности керинга на основании опубликованных данных очень трудно, так как в одних случаях потери при его применении снижались, в других — значительно возрастали. Объяснения этих противоречивых данных в зарубежной литературе мы не встречали.

В. И. Шелапутин и З. З. Бочарова [69] указывают, что предварительное хранение цитрусовых плодов в течение 1,5 месяца при температуре 9° положительно влияет на процесс их дальнейшего хранения. Однако в сообщении об этих опытах нет указаний ни на продолжительность последующего хранения плодов, ни на размеры потерь.

На первый взгляд использование такого приема, как керинг, не лишено оснований. Поскольку ткани цитрусовых плодов обладают низкой окислительной способностью, то можно ожидать, что при высокой температуре возрастет активность окислительных ферментов, что в свою очередь окажет положительное влияние на устойчивость плодов при хранении. Так, по данным Б. А. Рубина, Е. В. Арциховской и Т. М. Ивановой [49], двухсуточное пребывание свежеубранных плодов при температуре 35° вызывает заметное увеличение активности ферментов остаточного дыхания, играющих весьма существенную роль в защитных реакциях плодов. Такой же эффект получался при суточном нахождении плодов в атмосфере, содержащей 50% углекислоты. Тем не менее следует воздержаться от практических выводов из этих опытов.

Авторы считают, что изменение активности ферментов остаточного дыхания зависит от исходной степени зрелости плодов. Так, например, одинаковый эффект получается при действии высокой температуры на недозрелые плоды и действии низкой температуры на зрелые плоды. Подобные реакции плодов на температуру авторы объясняют адаптацией плодов различной степени зрелости к определенным температурам, при которых происходит их развитие на материнском растении. Возможно, что в этом и заключается одна из причин противоречивости данных зарубежных авторов по вопросу о влиянии керинга на последующий ход хранения.

Однако в проведенном исследовании полученные данные об активности ферментов не подтверждены данными о сохраняемости плодов. Между тем такие резкие колебания в условиях внешней среды, как повышение температуры до 35° или увеличение в воздухе содержания углекислоты до 50%, даже в течение непродолжительного времени, могут отрицательно сказываться на последующем ходе хранения.

Хорошо известно, что пребывание плодов в атмосфере повышенного содержания углекислоты сильно ослабляет их лежкость при последующем хранении в обычной атмосфере. Возможно, что установленный авторами эффект в части перестройки ферментативного аппарата является следствием активизации защитных функций тканей к тем неблагоприятным условиям внешней среды, которым были подвергнуты в этих опытах плоды.

Чтобы выяснить, какое влияние оказывает предварительное выдерживание плодов при повышенной температуре на последующий ход хранения, мы провели следующий опыт.

Апельсины сорта Местный и лимоны сорта Новогрузинский сначала хранили при температуре 15—16° в течение 20 дней и затем при температуре 3 и 6°. По каждому варианту, как и в предыдущих опытах, исследовали по 12 стандартных ящиков плодов среднего размера (вместимость—1400 апельсинов и 1600 лимонов). Кожура апельсинов при уборке имела полужелтую окраску,

и лимонов — светлозеленую. Данные о результатах хранения плодов представлены в табл. 69.

Таблица 69

Количество хорошо сохранившихся цитрусовых плодов в зависимости от температурного режима хранения в %

Режим хранения	Продолжительность хранения в месяцах	
	4	5
20 дней при 15—16°, затем при 6—7		
апельсины	93,8	83,4
лимоны	95,7	91,4
Все время при температуре 6—7		
апельсины	96,5	95,3
лимоны	99,1	97,9

Данные табл. 69 показывают, что предварительное выдерживание плодов при температуре 15—16° не только в течение 45 дней, как это рекомендуют В. И. Шелапутин и З. З. Бочарова, но даже в течение 20 дней привело к значительному возрастанию потерь при последующем хранении. Через 5 месяцев хранения порча апельсинов, прошедших такую предварительную обработку, составила 16,6% и лимонов — 8,6%, тогда как порча плодов, хранившихся при температуре 6—7°, соответственно — 4,7 и 2,1%, причем основной причиной порчи плодов явились паразитарные заболевания.

Следует при этом учесть, что для опыта были отобраны плоды, уборку и товарную обработку которых проводили при соблюдении всего комплекса санитарно-профилактических мероприятий. Естественно, что в противном случае при трехнедельном хранении плодов при температуре 15—17° получились бы еще худшие результаты.

Следовательно, условия хранения плодов даже одного и того же вида должны быть дифференцированными. Температурный режим хранения должен находиться в строгом соответствии с физиологическим состоянием плодов, степенью обсемененности спорами микроорганизмов и продолжительностью предстоящего хранения.

Весьма существенную роль при хранении плодов играет влажность воздуха. Низкой влажностью воздуха определяется интенсивность увядания плодов, что, как мы знаем, сильно влияет не только на размеры весовых потерь, но и на устойчивость плодов по отношению к микроорганизмам.

По мере увядания плодов наступают необратимые изменения в системе коллоидов протоплазмы и связанные с этим значительные отклонения в нормальном прохождении процессов обмена веществ.

К отрицательным последствиям может привести и чрезмерно высокая влажность воздуха, которая благоприятствует более интенсивному развитию микроорганизмов, а следовательно и порче плодов. Вместе с тем, при выборе режима влажности необходимо строго учитывать и другие условия внешней среды. Например, при низкой температуре хранение плодов может осуществляться при более высокой относительной влажности воздуха и, наоборот, при высокой температуре влажность воздуха должна поддерживаться на более низком уровне.

На основании ряда исследований можно принять, что для хранения цитрусовых плодов при температуре 3—6° наиболее благоприятной является относительная влажность воздуха в пределах 80—85%; при более низкой температуре влажность воздуха можно поддерживать на уровне 90%.

Наряду с температурой и влажностью большое влияние на ход хранения плодов оказывает газовый состав атмосферы и прежде всего содержание углекислого газа и кислорода.

На основании ряда исследований, и прежде всего советских микробиологов Я. Я. Никитинского и В. С. Загорянского, а также английских физиологов Кидда и Веста, разработан специальный метод газового хранения плодов, основанный на поддержании в хранилищах повышенных концентраций углекислого газа и пониженных концентраций кислорода.

Метод газового хранения основан на том, что в атмосфере с повышенным содержанием углекислого газа и пониженным содержанием кислорода подавляется жизнедеятельность микроорганизмов, а в самих плодах замедляется процесс дыхания, что способствует замедлению дозревания плодов, а следовательно и удлинению сроков их хранения.

Различные микроорганизмы, точно так же как и различные виды и сорта плодов, по-разному реагируют на изменение газового состава воздуха. Согласно наблюдениям В. С. Загорянского [11], вес сухого вещества гриба Penicillium italicum через 14 дней после посева на питательный субстрат оказался при 10% углекислоты на 32% меньше, чем в контроле, т. е. при обычной атмосфере, содержащей 0,03% углекислоты; при 20% углекислоты снижение сухого мицелия достигло 78% и лишь при 50% углекислоты развитие гриба было полностью прекращено.

Еще более устойчивыми к углекислому газу оказались грибы рода Aspergillus, развитие которых продолжалось и тогда, когда содержание углекислого газа возрастало до 75 и даже до 90%.

Таким образом, антисептические свойства углекислого газа проявляются лишь при очень высоких концентрациях. Однако такие концентрации углекислого газа неприемлемы для самих плодов, поскольку они нарушают в плодах нормальное течение процессов обмена веществ из-за чрезмерного усиления анаэробного дыхания. Поэтому газовое хранение плодов основано на использовании сравнительно невысоких концентраций углекислого газа

за—не более 10—12%, которые, не являясь для микроорганизмов смертельными, тем не менее подавляют их жизнедеятельность.

Исследованиями Кидда и Веста [84] показано, что вообще не все плоды выдерживают хранение в атмосфере повышенного содержания углекислоты. Так, из исследованных 14 сортов яблок 3 сорта вовсе не выдерживали хранения при повышенной концентрации углекислоты, а при хранении плодов остальных сортов пришлось ограничиться концентрациями углекислоты от 5 до 11%. В отношении цитрусовых плодов исследованиями ряда авторов показано, что эти плоды хорошо сохраняются в атмосфере, содержащей до 10% углекислого газа.

В связи с присущими углекислоте антисептическими свойствами газовое хранение плодов можно проводить при несколько повышенной температуре воздуха, не создавая угрозы их порчи за счет микроорганизмов. Поэтому для цитрусовых плодов метод газового хранения представляет определенный интерес. Следует, однако, подчеркнуть, что и при газовом хранении ни в какой мере не отпадает надобность в поддержании строго определенного температурного режима. Экспериментально установлено, что при повышенных концентрациях углекислоты температура хранения плодов может быть повышена максимум на 3° против хранения в обычных условиях. Дальнейший подъем температуры вызывает сильное возрастание анаэробных процессов в тканях хранящихся плодов и, как следствие, ослабление их устойчивости.

Более того, с изменением температуры необходимо сейчас же изменять газовый состав воздуха, поскольку для каждой температуры имеется свой оптимальный газовый режим. Так, согласно исследованиям Т. Т. Гачечиладзе, проведенным в Институте физиологии растений имени К. А. Тимирязева, длительность хранения апельсинов и лимонов в газовой камере при температуре 18—20° была в 3 раза меньше, чем при температуре 3—5°. В то же время при температуре 18—20° наилучшая сохраняемость плодов отмечалась при содержании в воздухе 10% углекислоты, 11% кислорода и 79% азота, а при температуре 3—5° соответственно 7; 14 и 79%.

Таким образом, принципы газового хранения плодов достаточно ясны. Серьезные трудности возникают, однако, на пути практического его применения, поскольку для такого метода требуется специальный тип хранилища, в котором регулирование газового режима должно сочетаться с регулированием температурного режима.

Если обогащение воздуха углекислым газом не представляет затруднений, поскольку он выделяется самими плодами в акте дыхания, то удаление излишних количеств углекислого газа и замещение его строго определенным количеством кислорода достигается, наоборот, значительно труднее. Результаты проведенных опытов показывают, что поддержать газовый режим путем обыч-

ного проветривания хранилищ невозможно. Для этого требуется специальная система вентиляции, одним из вариантов которой является подача в камеры хранения лишь кислорода и удаление излишнего количества углекислоты с помощью особых поглотителей.

Таким образом, внедрение метода газового хранения в производство связано с разработкой специального типа хранилища, отвечающего названным требованиям и являющегося вместе с тем достаточно простым для производственной эксплуатации.

УХОД ЗА ПЛОДАМИ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ

Длительность хранения цитрусовых, как об этом свидетельствуют все изложенные выше материалы, определяется прежде всего присущей плодам лежкостью. Последняя зависит от сорта, района произрастания, времени уборки плодов и ряда других факторов. Вместе с тем на сохранение присущей плодам лежкости огромное влияние оказывают условия уборки, товарной обработки, транспортировки и, наконец, хранения. Поэтому невозможно установить единых сроков хранения даже по отношению к какому-либо одному из видов плодов.

В связи с изложенным возникают два важных практических вопроса.

Во-первых, когда следует прекращать хранение, чтобы избежать возникновения заметной порчи, и, во-вторых, можно ли приостановить порчу плодов, если она уже началась?

Анализ литературных данных, а также результаты наших наблюдений приводят к выводу, что порча при хранении плодов, не имеющих механических повреждений и не зараженных спорами вредоносных микроорганизмов, до определенного периода крайне незначительна. Только после продолжительного хранения порча плодов значительно возрастает.

Приводим средние результаты ряда опытов по хранению мандаринов при температуре около 4° (табл. 70). Плоды были заложены на хранение 20—25 ноября.

Таблица 70

Результаты хранения мандаринов

Дата наблюдений	Количество хорошо сохранившихся плодов в %	Среднемесячная порча в %
25 января	99,0	0,5
7 марта	96,9	0,9
1 апреля	94,1	1,4
25 апреля	65,4	6,9

Данные табл. 70 показывают, что при хранении мандаринов до 1 апреля качество плодов почти не изменяется; среднемесячный процент порчи за этот период составил 1,4. Однако к 25 апреля количество хорошо сохранившихся плодов резко снизилось, и средний размер порчи за месяц хранения был равен 6,9%.

Таким образом, при хранении мандаринов наступает так называемый критический период, после которого значительно возрастают потери плодов. Такое возрастание потерь является следствием серьезных качественных изменений состояния тканей, происходящих в процессе хранения плодов.

При хранении апельсинов и лимонов возрастание потерь происходит не так резко, что связано с более высокой устойчивостью этих плодов по сравнению с мандаринами. Однако и в данном случае в определенный период потери возрастают непропорционально длительности хранения. Об этом свидетельствуют результаты наших наблюдений за хранением апельсинов при температуре 6° (табл. 71).

Таблица 71

Результаты хранения апельсинов

Дата наблюдений	Количество сохранившихся плодов в %	Среднемесячная порча в %
23 февраля . .	98,3	0,9
21 апреля	95,7	1,1
25 мая	87,2	2,6

Подопытные апельсины сорта Местный были убраны 18 декабря; плоды имели полужелтую окраску кожуры.

Подобные результаты были получены и в опытах других авторов. Так, если обобщить результаты всех опытов А. А. Колесника, В. А. Беляевой и К. П. Родэ [23] по хранению абхазских мандаринов при температуре 2—3°, то окажется, что зрелые плоды к 5 марта, то есть через 3 месяца хранения, практически сохранились полностью. К 5 апреля количество полноценных плодов составило 94%, а к 5 мая только 58%. Таким образом, порча плодов мандарина в течение одного пятого месяца хранения была в 6 раз выше, чем за все предыдущие 4 месяца. При хранении менее устойчивых, недозрелых плодов порча наступала значительно ранее, вследствие чего количество хорошо сохранившихся полноценных плодов к 5 мая не превышало 40% от исходного.

С отмеченным фактом необходимо считаться, так как недооценка его может привести к самым неприятным последствиям в производственной практике хранения плодов.

Некоторые авторы рекомендуют во время хранения цитрусовых систематически проводить переборку для удаления поражен-

ных плодов и предохранения тем самым от порчи остальной части плодов. Однако в производственных условиях, при хранении больших партий плодов, проводить такие переборки практически невозможно. Кроме того, как установлено практикой хранения картофеля и овощей, переборка не только не уменьшает потери, а, наоборот, способствует еще большему распространению инфекции.

При хранении мандаринов не удалось сократить потери и удлинить сроки хранения путем переборки плодов (табл. 72). При хранении мандаринов первую переборку проводили через 2 месяца после закладки плодов, при хранении апельсинов и лимонов — через 3 месяца. Вторую переборку проводили через месяц после первой.

Таблица 72

Общие размеры порчи через 4 месяца хранения цитрусовых плодов с переборками и без переборок в %

Способ хранения	Мандарины	Апельсины	Лимоны
С одной переборкой	8,7	2,6	2,8
С двумя переборками	10,8	—	—
Без переборок	8,0	5,6	4,5

Переборка плодов полезна лишь на первом этапе хранения, когда своевременное удаление отдельных загнивших экземпляров устраняет возникновение порчи всей партии плодов. При значительной порче плодов переборки не дают эффекта. В таких случаях единственным средством предотвращения порчи является понижение температуры хранения до 0°. Плоды в этом случае необходимо реализовать как можно скорее.

Следует иметь в виду, что плоды, извлеченные из хранилищ, попадают к потребителю не сразу.

Поэтому важно не только уметь хорошо сохранить плоды, но и во-время закончить их хранение с тем, чтобы плоды поступали в торговую сеть и к потребителю в здоровом виде. Известен ряд средств, с помощью которых можно значительно оттянуть время наступления порчи плодов, а следовательно, значительно удлинить сроки их хранения и избежать при этом высоких потерь.

К числу таких средств, которые могут и должны осуществляться в процессе хранения, относится поддержание в хранилищах необходимого режима температуры и влажности воздуха. Что касается регулирования газового состава воздуха, то в хранилищах существующих конструкций не приходится опасаться чрезмерного накопления углекислоты. Поэтому вентиляция хранилищ необходима только для регулирования относительной влажности воздуха, а также температуры, если хранилища не обеспечены искусственным охлаждением.

В процессе хранения плоды необходимо периодически осматривать; пробу берут из нескольких ящиков (в каждом штабеле). В зависимости от качественного состояния плодов устанавливается очередность реализации той или иной партии. При этом следует принимать во внимание не только признаки порчи, но и вкусовые свойства плодов, так как известно немало случаев, когда при хорошем сохранении внешнего вида плодов вкусовые свойства их очень снижались.

ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ В МЕСТАХ ПРОИЗРАСТАНИЯ

В настоящее время хранение цитрусовых плодов осуществляется лишь в местах потребления. Между тем установлено, что в результате транспортировки плодов заметно ослабляется их лежкость.

Кроме того, при организации хранения плодов в местах потребления очень трудно отобрать наиболее лежкие плоды в зависимости от степени зрелости, при которой они были убраны, и района произрастания.

Конечно, все эти затруднения в значительной мере могут быть устранены. Для этого прежде всего плоды необходимо перевозить в вагонах, в которых обеспечена автоматическая регулировка температуры; во-вторых, для хранения следует отгружать только специально отобранные партии плодов.

Однако мы считаем, что, наряду с организацией хранения плодов в местах потребления, следует определенную часть урожая хранить на месте выращивания, когда не нарушена еще присущая плодам естественная устойчивость. В этом случае отгрузка плодов в места потребления проводится уже после хранения.

Но в этом случае возникают опасения о возможности транспортировки цитрусовых после хранения на дальние расстояния.

Для изучения этого вопроса мы провели опыты по хранению цитрусовых плодов на месте их произрастания, с последующей отгрузкой в пункты потребления.

Вопрос об организации хранения цитрусовых на месте их произрастания тесно связан с выбором типа плодохранилищ, а также с размещением последних.

В данном случае, так же как и при решении вопроса о размещении паковочных заводов, обязательным условием, с нашей точки зрения, является ликвидация перевалочных пунктов, устранение перевозок плодов на значительные расстояния в неупакованном виде, а также обеспечение возможности эффективного отбора для длительного хранения наиболее устойчивых плодов в зависимости от сорта, степени зрелости и условий произрастания.

Следовательно, хранилища должны находиться в непосредственной близости от цитрусовых насаждений и пунктов товарной обработки плодов.

Указанные условия определили и тип плодохранилища. Оно должно быть небольшим, простым по конструкции и сооружаться, в основном, из местных материалов. Ясно, что использование холодильников обычного типа для этих целей не рационально.

Для поддержания в хранилище необходимой температуры мы решили воспользоваться благоприятными зимними метеорологическими условиями района субтропиков и охлаждать хранилище с помощью одной лишь вентиляции.

Изучение метеорологических условий отдельных микрорайонов показало, что средняя температура в течение декабря — марта колеблется в них в пределах 5—7°, то есть довольно близка к температуре, являющейся оптимальной для хранения цитрусовых. Однако в отдельные периоды нередко на протяжении нескольких суток наблюдаются резкие колебания температуры (от —5 до +20°).

В связи с этим при проектировании типа плодохранилища основное внимание было обращено на обеспечение возможно более быстрого охлаждения хранилища наружным воздухом во время снижения его температуры и на надежное изолирование хранилища от нагрева при повышении температуры наружного воздуха.

На основе всех изложенных требований, Аджарская проектная контора «Аджарпроект» спроектировала соответствующий тип хранилища, представляющего собой помещение с двойными стенами, имеющими внутри воздушные каналы.

Каналы являются изолирующей воздушной прослойкой и одновременно служат для охлаждения стен.

Стены хранилища складываются из шлакобетона. Наружные стены мало теплопроводны, внутренние, наоборот, теплопроводны. Вдоль наружных стен на 20 *см* от земли расположены жалюзийные отверстия, через которые проникает воздух из нижних слоев атмосферы, имеющей более низкую температуру.

Вентилятором, установленным над потолком хранилища, холодный воздух, поступающий через жалюзийные отверстия в межстенные воздушные каналы, вытягивается наружу (рис. 45). Благодаря такой циркуляции воздуха достигается охлаждение стен.

Предупреждению обогрева хранилища при высокой температуре способствует малая теплопроводность наружных стен, тогда как теплопроводность внутренних стен способствует более легкому и быстрому охлаждению хранилища. Для ускорения процесса охлаждения хранилища могут быть использованы и люки, которые в холодное время года полностью открыты.

Герметизация хранилища достигается путем тщательного закрывания люков, жалюзийных отверстий и дверей, снабженных изоляционными прокладками.

В порядке производственного опыта хранилище такого типа было построено Батумским цитрусовым комбинатом в одном из горных ущелий в районе с. Ахалшени рядом с опытным паковочным пунктом.

Преимущество выбранной площадки состоит в том, что она расположена у подножья хребта и, следовательно, находится в зоне действия потока холодного воздуха, спускающегося с вершин гор. Кроме того, большое значение для строительства имеет

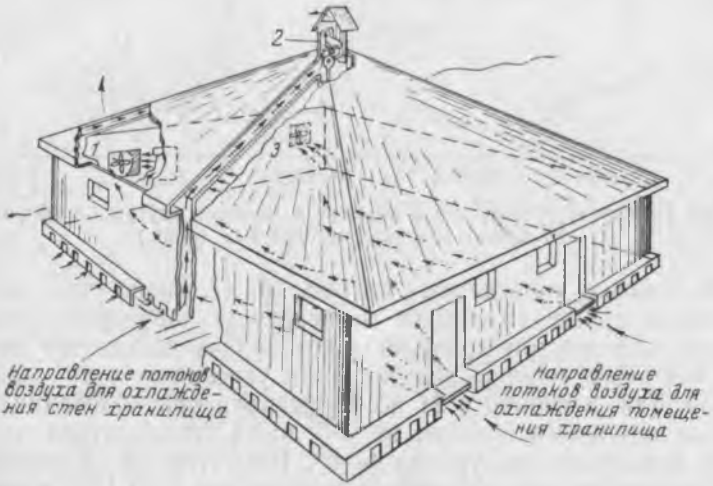

Рис. 45. Схема воздушного охлаждения стен плодохранилища (ориг.): *1, 2, 3*—вытяжные устройства.

наличие горной речки, протекающей по тальвегу ущелья и впадающей в р. Барцхана в 1 *км* от строительной площадки. Речка была использована для постройки небольшой гидроэлектростанции, с помощью которой освещалось хранилище, опытный паковочный пункт, а также приводились в движение вентиляторы хранилища и калибровочная машина для сортировки плодов на паковочном пункте.

Производственное испытание построенного хранилища было проведено следующим образом. На хранение поместили 52 *т* мандаринов, апельсинов и лимонов из числа поступивших от близлежащих колхозов, с приусадебных участков колхозников и частично из Ахалшенского совхоза.

Товарную обработку плодов проводили здесь же, на опытном паковочном пункте. Сортировку, калибровку и упаковку плодов осуществляли в соответствии с требованиями действующих заготовительных стандартов на цитрусовые плоды.

Поскольку плоды мандарина, апельсина и лимона хранили в одном хранилище, то мы были вынуждены выбрать такую температуру, которая была бы более или менее приемлемой для

всех трех видов плодов. Температура в хранилище поддерживалась на уровне 4—5°; такая температура была приемлемой для апельсинов и лимонов, но несколько повышенной для мандаринов. При выборе температуры мы руководствовались и тем, что наиболее целесообразно хранить на месте в первую очередь апельсины и лимоны.

Рис. 46. Температура наружного воздуха и воздуха внутри плодохранилища во время хранения цитрусовых (ориг.).

Из данных, приведенных на рис. 46, 47, видно, что, несмотря на значительные колебания температуры наружного воздуха, температура внутри хранилища оставалась достаточно постоянной, что имеет важное значение для успешного хода хранения плодов. Так, в период с 21 по 25 февраля при колебании температуры наружного воздуха от —5 до +7° температура в хранилище находилась на уровне 4—5°. Несмотря на значительный подъем температуры наружного воздуха (от 4 до 15°) в период с 3 по 7 марта, температура внутри хранилища поддерживалась на уровне 5°. Даже в конце марта при резких колебаниях температуры наружного воздуха от—2 до +17° внутри хранилища температура не поднималась выше 6°.

Таким образом, на основании приведенных данных можно заключить, что в таком хранилище можно поддерживать температуру воздуха на уровне 5—6° по крайней мере в течение 4—5 месяцев без применения искусственного охлаждения.

Апельсины и лимоны находились в хранилище в течение 5 месяцев; при этом общие размеры порчи (технический брак и отходы) не превышали 3,5%. Размеры порчи мандаринов составили 8,2%, причем за 3 месяца хранения. Несомненно, что для мандаринов температура 5—6° является чрезмерно высокой, чем и объясняются высокие потери.

Для достижения более низкой температуры хранилища необходимо оборудовать холодильной установкой, которая должна действовать в те периоды, когда с помощью одной вентиляции поддерживать необходимую температуру не удается.

При оценке итоговых результатов хранения цитрусовых в опытном хранилище необходимо учесть, что они достигнуты в производственных условиях при хранении плодов, полученных из разных хозяйств.

К весьма важным выводам приводит анализ причин порчи плодов при длительном хранении. Как видно из данных, приведенных в табл. 73, основным источником порчи плодов явилась серая гниль на мандаринах и антракноз на апельсинах и лимонах.

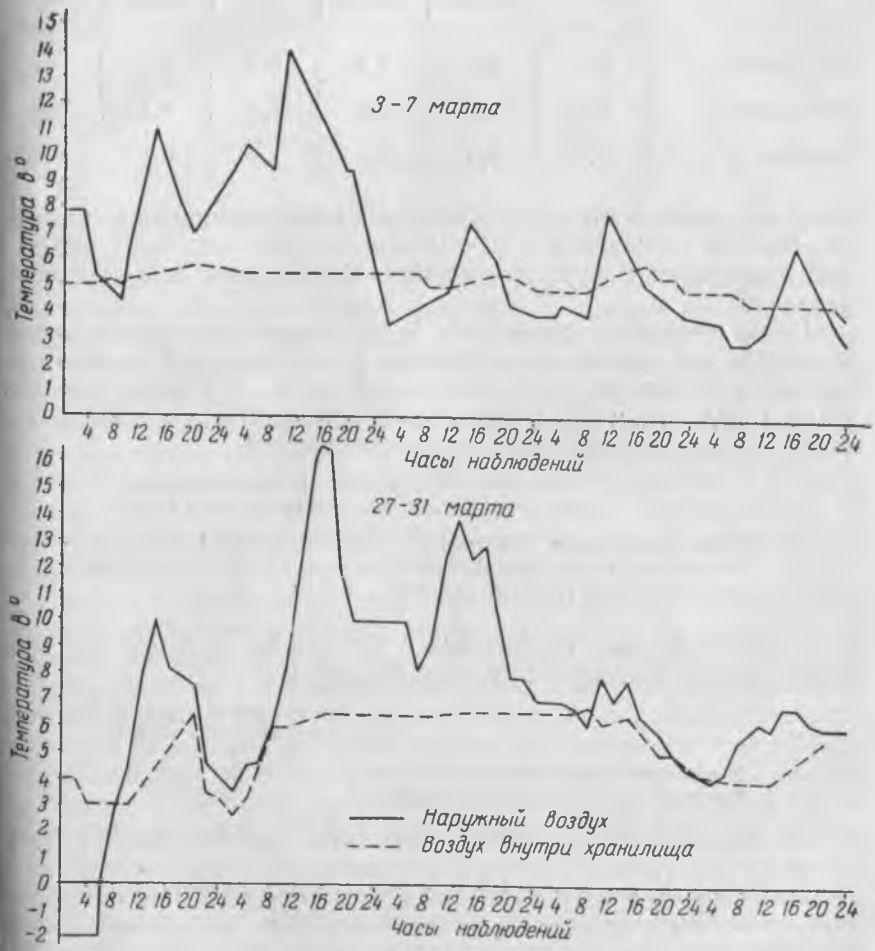

Рис. 47. Колебания температуры наружного воздуха и воздуха внутри плодохранилища на отдельных этапах хранения (ориг.).

Важно подчеркнуть, что на протяжении всех 5 месяцев хранения почти не было обнаружено плодов, пораженных голубой плесенью. Этим еще раз подтверждается высокая эффективность рассмотренных нами способов обработки и хранения цитрусовых.

Для проверки транспортабельности цитрусовых через 3,5 и 5 месяцев хранения плоды отгружали в Москву. Так как пере-

Таблица 73

Размеры порчи цитрусовых плодов при хранении в %

Виды плодов	Общая порча	Порча вследствие поражения				Прочие заболевания
		голубой плесенью	серой гнилью	антракнозом	черной гнилью	
Мандарины . .	8,2	0,5	5,8	0,3	1,0	—
Апельсины . . .	3,5	0,3	0,8	1,5	0,1	0,8
Лимоны	3,6	0,7	0,8	1,9	0,1	0,1

возка осуществлялась уже весной, вагоны-ледники не отапливали. Вагоны отправляли с открытыми люками для более усиленной вентиляции в пути следования. Охлаждение льдом не производили.

Ниже приведены данные (в %) о количестве хорошо сохранившихся при перевозке апельсинов и лимонов, отгруженных из Батуми 1 апреля после 3,5 месяца хранения. В Москву они прибыли 19 апреля и 20 апреля были осмотрены комиссией в составе представителей различных организаций.

	Количество хорошо сохранившихся плодов в %
Апельсины сорта Местный	98,1
Апельсины сорта Вашингтон Навел	96,6
Лимоны сорта Новогрузинский . .	93,2

Качество плодов, прибывших в Москву после 5 месяцев хранения, характеризуется следующими данными.

	Количество хорошо сохранившихся плодов в %
Апельсины сорта Местный	94,5
Лимоны сорта Новогрузинский . .	91,6

Несмотря на то, что плоды перевозили уже при высокой температуре наружного воздуха, поражение плодов голубой плесенью за время транспортировки не наблюдалось. Порча плодов в основном была обусловлена заболеванием их антракнозом, чему способствовала высокая температура воздуха в вагонах. Следовательно, в апреле — мае цитрусовые следует перевозить в охлаждаемых вагонах.

ГЛАВА VII

ТРАНСПОРТИРОВКА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ

В системе мероприятий, направленных на обеспечение населения нашей страны цитрусовыми, весьма важное место принадлежит транспортировке плодов. Перевозка плодов на огромные расстояния, отделяющие наши субтропики от основных промышленных центров, связана с большими трудностями, которые заключаются в том, что транспортировка цитрусовых осуществляется в условиях смены температур. Плоды, как правило, отгружаются при высокой температуре наружного воздуха, а к месту потребления поступают в наиболее холодное время года. В связи с этим плоды приходится оберегать как от высокой, так и от низкой температуры.

Анализ степени и характера порчи цитрусовых, поступающих в места потребления, свидетельствует о том, что успех транспортировки зависит прежде всего от условий уборки и товарной обработки плодов. Это видно хотя бы из того, что размеры порчи при транспортировке цитрусовых в Свердловск и Новосибирск нередко ниже средних размеров потерь по Союзу в целом. Объясняется это тем, что отгрузка в наиболее отдаленные районы производится из первых партий, когда плоды еще мало заражены микроорганизмами и естественная устойчивость их не нарушена.

Следует, однако, подчеркнуть, что очень часто причиной высоких потерь при транспортировке является несоблюдение требований по утеплению и отоплению вагонов, обслуживанию их в пути, а также медленное продвижение, в результате чего даже плоды из первых партий, тщательно отсортированные, очень портятся в пути.

При соблюдении необходимых условий товарной обработки и транспортировки все виды цитрусовых плодов могут быть доставлены даже в наиболее отдаленные пункты страны с незначительными потерями. Об этом свидетельствуют не только данные опытных перевозок, но и результаты производственных отгрузок цитрусовых в города Урала и Сибири.

ТРАНСПОРТИРОВКА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ ПО ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

В связи с тем, что отгрузка цитрусовых происходит в ноябре и декабре, то есть в наиболее холодное время года, плоды необходимо перевозить в изотермических вагонах, так называемых вагонах-ледниках. Лишь в пределах Закавказской и Азербайджанской дороги цитрусовые можно перевозить в обыкновенных крытых вагонах.

При отгрузке цитрусовых в отдаленные районы (севернее Ростова) даже изотермические вагоны приходится утеплять различными изоляционными материалами. При отгрузке плодов позднее 10 декабря следует прибегать, кроме того, к отоплению вагонов.

Для утепления вагонов применяются ватные одеяла и плотная бумага. Одеяла изготовляются из двух слоев бумаги, между которыми прокладывается вата. Длина одеяла 3,2 *м*, ширина 0,8 *м*. На одно одеяло расходуется 2 *кг* ваты и 0,7 *кг* бумаги.

Утеплять вагоны следует в зависимости от вида отгружаемых плодов и способов перевозки. В соответствии с этим различают обычное и усиленное утепление. Обычное утепление применяется при транспортировке мандаринов, отгружаемых не далее Урала. Усиленное утепление применяется при перевозках лимонов и апельсинов, а также мандаринов, отгружаемых на Урал и дальше.

Обычное утепление вагонов заключается в следующем. Обрешетку ледяных карманов, с пола до верхней щели, утепляют бумагой (в 2 слоя) и ватными одеялами (в 2 слоя). Утеплительный материал должен быть уложен непрерывным слоем от напольной решетки на обрешетку кармана с перекрытием нижней щели ледяного кармана. После утепления обрешетки ледяных карманов щиты карманов устанавливают в рабочее положение. Верхнюю щель ледяного кармана не утепляют.

Кроме торцовых стен, утепляют пол, противопогрузочную дверь и сифоны вагона. Поверх решеток укладывают бумагу (в 3 слоя), а противопогрузочную дверь утепляют бумагой и ватными одеялами (в 2 слоя). Сливные трубы сифонов закладывают изнутри вагона стружкой или соломой, а чашки сифонов устанавливают в рабочее положение.

При усиленном утеплении обрешетку ледяных карманов на всю высоту, включая и верхнюю щель, утепляют бумагой (в 2 слоя) и ватными одеялами (в 2 слоя). Помимо покрытия половых решеток бумагой (в 3 слоя) под ними укладывают еще ватные одеяла (в 2 слоя). Утепляют также и продольные стены вагонов на высоту 75 *см* от пола бумагой (в 3 слоя) и ватными одеялами (в 1 слой). Противопогрузочные двери и сифоны вагонов утепляют так же, как и при обычном утеплении.

Следует отметить, что и до настоящего времени вопрос об утеплении вагонов еще недостаточно изучен, вследствие чего

часто расходуется излишнее количество утеплительных материалов. Не исключена возможность, что при более детальном изучении данного вопроса в рекомендуемый порядок утепления будут внесены некоторые изменения.

Большое значение имеет вопрос об отоплении вагонов. До последнего времени при перевозке цитрусовых вагоны отапливались железными печами, устанавливаемыми в междверном пространстве вагона. Такой способ отопления является крайне несовершенным. При отапливании вагонов печами трудно поддерживать ровную температуру во всех частях вагона, кроме того, требуется обязательное сопровождение каждого вагона проводником.

Практика показала, что при перевозке цитрусовых в неотапливаемых вагонах потери, как правило, ниже, чем в отапливаемых. В связи с этим отопление вагонов следует использовать лишь при отгрузке плодов в пункты, расположенные севернее и восточнее линии Вологда — Киров — Молотов — Свердловск.

Оптимальной при транспортировке цитрусовых следует признать температуру в пределах 3—4°. Такая температура должна быть в междверном пространстве вагона, на расстоянии 50 *см* от двери над верхним слоем груза.

При сопровождении вагонов проводниками на последних ложится вся ответственность за поддержание в вагоне необходимой температуры воздуха.

При отправке цитрусовых без проводников обслуживание вагонов в пути следования возлагается на органы холодильной службы железнодорожного транспорта. Они следят за тем, чтобы люки вагонов и вентиляторы были открыты на всем пути следования состава. Люки следует закрывать лишь при понижении температуры наружного воздуха до —5°.

Вентилирование вагонов имеет исключительно важное значение. В 1947 г., например, цитрусовые отгружали при температуре наружного воздуха 20° и более, и во всех случаях, где не был обеспечен контроль за вентилированием вагонов, порча при перевозках достигла больших размеров. При вентилировании вагонов в них поддерживается более ровная температура. Об этом свидетельствуют данные, полученные при опытной перевозке цитрусовых плодов (рис. 48). Перевозка была проведена Институтом железнодорожного транспорта совместно с Институтом консервной промышленности. Температуру замеряли контактными термометрами, размещенными в различных местах вагона.

При погрузке плодов в вагоны необходимо стремиться к тому, чтобы обеспечить:

циркуляцию воздуха вокруг каждого ящика;
максимальное использование грузоподъемности вагона;
прочность укладки всей партии, погруженной в вагон;
быструю погрузку, выгрузку.

Данные опытных перевозок и многолетней производственной практики показали, что применительно к цитрусовым плодам всем этим требованиям отвечает так называемая шахматная система укладки (без прокладки между слоями реек). При этой системе укладки каждый ящик следующего слоя помещают на двух краях ящика нижнего слоя. Необходимо особенно тщательно следить за тем, чтобы свободный промежуток между одним рядом строго находился против промежутков другого ряда, иначе утрачивается ценность такой укладки.

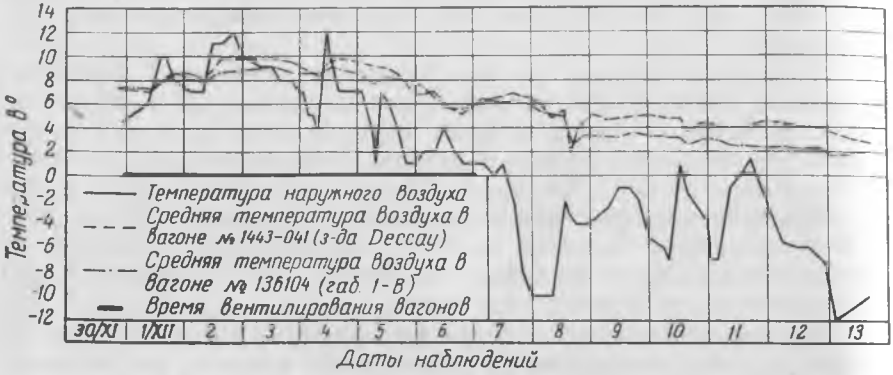

Рис. 48. Температура воздуха в вагонах-ледниках, утепленных, но не отапливаемых, при опытной перевозке цитрусовых из Батуми в Москву.

К торцовой стене вагона устанавливаются деревянные упоры, к которым вплотную укладываются ящики с плодами. Таким образом между ящиками первого ряда и торцовой стеной вагона образуется воздушная прослойка в 15—20 *см*. Между верхним слоем груза и потолком вагона должно оставаться свободное пространство 40—50 *см*. При перевозке плодов в отапливаемых вагонах это расстояние должно быть увеличено до 60—70 *см*.

Середина вагона, так называемое междверное пространство, не загружается, в нем устанавливаются распорки, предупреждающие смещение груза. В неотапливаемых вагонах ширина свободного междверного пространства незначительна, в отапливаемых — около 160 см. Это необходимо для того, чтобы груз находился не ближе чем на 70 *см* от печи.

При соблюдении указанного порядка погрузки вместимость одного изотермического вагона составит в ящиках:

	Двухосный	Четырехосный
Вагон с утеплением . .	420—450	840—900
Вагон с отоплением .	330—350	600—700

Как показывает практика перевозок, указанные нормы являются далеко не предельными; поэтому важное значение приобре-

тает проведение опытных перевозок цитрусовых с целью изыскания возможности увеличения норм загрузки вагонов.

До 1954 г. все цитрусовые плоды продавали только поштучно. Поэтому и учет проводили не по весу, а по количеству плодов. В настоящее время цитрусовые продаются по весу, а в связи с этим очень важно установить обоснованные нормы убыли в весе плодов за время транспортировки и хранения.

В 1948 г. Институтом консервной промышленности (Л. В. Метлицкий и В. М. Цехомская) совместно с отделом холодильных перевозок Института ж.-д. транспорта (С. О. Гусев) были проведены наблюдения за убылью в весе мандаринов при их перевозке из Батуми в Москву. 240 ящиков мандаринов было размещено в 4 вагонах-ледниках (по 60 ящиков в вагоне), утепленных, но не отапливаемых. Качество плодов соответствовало требованиям стандарта четырех наиболее распространенных четок (80, 100, 120 и 216). Плоды были упакованы 28 ноября, погружены 30 ноября и поступили в Москву 13 декабря.

При осмотре плодов в Москве оказалось, что общие размеры порчи составили в среднем 4,0%. По отдельным вагонам они колебались в пределах 3,6—4,3% (табл. 74).

Таблица 74

Размеры порчи и убыли в весе мандаринов за время перевозки по отдельным вагонам в %

№ вп.	Нестандартные плоды	Технический брак	Отходы	Убыль по весу брутто	Убыль по весу нетто	Привес тары
1	2,4	1,5	0,6	0,9	2,5	6,8
2	2,7	0,7	0,2	0,8	2,4	6,1
3	2,3	1,2	0,5	0,8	2,4	7,0
4	2,2	0,9	0,6	0,8	2,6	7,3
В среднем	2,4	1,1	0,5	0,8	2,4	6,8

Во всех вагонах размеры убыли в весе плодов оказались близкими — 2,4—2,6%. Также близкими оказались результаты убыли упакованных плодов (вес брутто) — от 0,8 до 0,9%. Небольшие колебания были получены по привесу тары —6,1—7,3% к исходному весу тары и упаковочных материалов (бумаги).

Потери в весе мандаринов при транспортировке обусловлены главным образом испарением ими влаги, так как расход органических веществ на дыхание незначителен. Выделяемая плодами влага поглощается древесиной и упаковочными материалами; этим и объясняется привес тары.

Чем мельче плоды, тем больше убыль в весе. Однако колебания в размерах убыли не настолько значительны, чтобы дифференцировать нормы убыли в зависимости от размера плодов.

Транспортировка скоропортящихся продуктов специальными поездами обеспечивает, кроме того, более быструю их доставку, так как в пути следования поезда не подвергаются переформированию и не задерживаются на льдопунктах, что имеет место при льдо-соляном охлаждении вагонов.

Следует вместе с тем отметить, что при всех бесспорных преимуществах специальных поездов в ряде случаев они не могут быть применены. Дело в том, что поезд должен быть целиком загружен на одной или двух соседних станциях и затем следовать также не более, чем на 2—3 соседние станции. Организация таких маршрутов при транспортировке пищевых продуктов, в том числе цитрусовых, вполне возможна и широко применяется. Однако очень часто приходится отгружать небольшие партии, и для их перевозки важное значение приобретает внедрение вагонов, оборудованных самостоятельными холодильными установками и обогревательными приборами.

За последние годы разработано несколько конструкций таких вагонов, которые в настоящее время проходят производственные испытания.

ТРАНСПОРТИРОВКА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ МОРСКИМ ПУТЕМ

Наиболее рационально использовать для транспортировки цитрусовых плодов морским путем специальные суда-рефрижераторы. Благодаря наличию холодильных установок на судах-рефрижераторах можно поддерживать необходимую для цитрусовых плодов температуру.

Однако вследствие недостаточного количества рефрижераторов последние используются главным образом при доставке цитрусовых из зарубежных стран. Отечественные плоды, перевозка которых обычно ограничена пределами вод Черного моря, большей частью перевозятся в трюмах обыкновенных товарных и товаро-пассажирских судов.

Для перевозки цитрусовых применяются преимущественно малотоннажные суда (на 40—50 вагонов). В трюмах таких судов легче поддерживать более низкую температуру воздуха. Не менее важно и то, что погрузка и выгрузка плодов может быть осуществлена в течение одних суток. При перевозке цитрусовых на крупнотоннажных судах, когда одновременно грузится более 250 вагонов, одна лишь погрузка длится несколько суток. Поэтому даже на крупнотоннажные суда не следует грузить одновременно более 50 вагонов плодов.

Для размещения цитрусовых на судах должны быть выделены трюмы, удаленные от машинного отделения.

Погрузку и выгрузку плодов следует осуществлять с помощью так называемых парашютов, представляющих собой прямоуголь-

ную платформу с кольцами по углам. Платформа при помощи крюков присоединяется к стропам. Для защиты ящиков от врезания канатов при подъеме и опускании верхние концы их прикрепляются к специальной железной раме, подвешенной к блоку погрузочно-разгрузочного крана судна. Кроме того, стропы снабжены сеткой для предохранения ящиков от выпадения из парашюта при подъеме или спуске.

Ящики с плодами грузят на суда следующим образом. На вагонетки помещают платформы парашютов, площадь которых равна поверхности вагонетки, и на них укладывают ящики с плодами. Вагонетки подкатывают к борту судна, и платформы прикрепляют к канатам стропа. Подъем платформ с ящиками осуществляется непосредственно с вагонеток. При выгрузке плодов парашют с грузом опускают также непосредственно на вагонетки, которые после этого направляются либо к вагонам для перегрузки на железнодорожный транспорт, либо в складские помещения.

Необходимо следить за тем, чтобы подъем, спуск в трюм и выгрузка проводились осторожно, без рывков во избежание ударов о борт, стенки и пол трюма.

Требования, предъявляемые к системе укладки продукции в трюм, по существу аналогичны тем требованиям, которые предъявляются к системе укладки продукции в вагоны. Прежде всего необходимо обеспечить циркуляцию воздуха в трюме и прочность укладки ящиков.

Вентилирование трюмов следует осуществлять с помощью имеющихся вентиляционных труб; в спокойную, ясную погоду надо дополнительно приоткрывать люки трюмов.

Ящики следует укладывать ровными рядами, плотно друг к другу. Через каждые 2 слоя по торцовым сторонам ящиков желательно прокладывать рейки. Между верхним слоем ящиков и потолком трюма должно оставаться свободное пространство — не менее 50—60 *см*. Ящики следует укладывать не более чем в 12—13 слоев. По окончании укладки в свободном от груза пространстве должны быть установлены прочные упоры, предупреждающие смещение ящиков в пути.

При отсутствии на судах системы искусственного охлаждения в трюмах не удается поддерживать оптимальную для перевозки цитрусовых температуру. Опытные перевозки цитрусовых на обыкновенных судах из Батуми в Одессу показали, что даже при правильной укладке груза и вентилировании трюмов в пути следования температура воздуха в них достигает 12—14°. Но так как длительность транспортировки цитрусовых из Батуми до Одессы обычно не превышает четырех суток, то потери за время перевозок могут быть сведены к минимуму.

Например, при опытной перевозке 10 вагонов мандаринов из Батуми до Одессы морем, а из Одессы до Москвы по железной дороге средний размер порчи составил 2,5% (колебания по от-

дельным вагонам были равны 0,5—3,2%). В пути от Батуми до Москвы мандарины находились 14 суток.

Между тем из практики перевозки цитрусовых морским путем известны и другие случаи, когда вследствие несоблюдения системы погрузки плодов в трюмы и отсутствия вентиляции температура повышалась до 30° и в результате порча плодов за время перевозки их лишь от Батуми до Одессы достигала очень больших размеров.

Использование морского транспорта для перевозки цитрусовых целесообразно главным образом при смешанных перевозках. В этом случае плоды перевозят сначала морем (из Закавказья), а затем перегружают на железную дорогу (в портах Крыма или Одессы).

Такого рода перевозки имеют большое народнохозяйственное значение, поскольку это позволяет значительно разгрузить Закавказскую железную дорогу и сократить во многих случаях сроки доставки плодов (например, при отгрузке в города Украинской ССР).

Для выполнения работ, связанных с перегрузкой плодов в портах, служат перевалочные базы, которые должны быть прежде всего надлежащим образом утеплены во избежание подморозки плодов при временном их хранении.

Перевалочные базы, кроме того, должны быть приспособлены для проведения работ по пересортировке и переупаковке плодов. Как правило, цитрусовые плоды необходимо сразу перегружать с морского на железнодорожный транспорт, так как переупаковка плодов отрицательно сказывается на последующей транспортабельности и лежкости их. Однако при поступлении цитрусовых со значительной порчей перегружать плоды для дальнейшей транспортировки нельзя. Такие партии должны быть перед отправкой перебраны и переупакованы. Согласно действующим инструкциям к перегрузке без переборки допускаются партии плодов, порча которых не превышает 4%.

Организация работ на перевалочных базах заключается в следующем. До начала сезона отгрузок на базах заготовляют необходимые материалы для утепления и оборудования вагонов и для переупаковки плодов. К моменту прихода судов с плодами вагоны уже должны быть оборудованы. Выгружаемые с судов плоды осматривают (выборочно) и партии, в которых порча не превышает 4%, перегружают из судов непосредственно в вагоны. Партии плодов, порча которых превышает 4%, направляют на базу для переупаковки.

При переупаковке плодов все порченые экземпляры удаляют из ящиков и немедленно направляют на промышленную переработку. В увлажненных ящиках следует заменить выстилочную бумагу и бумагу, в которую завернуты плоды. На ящиках, на трафарете, должно быть указано, что плоды переупакованы. Соответствующая отметка должна быть сделана и в отгрузочных документах.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А. Д., Культура лимона в СССР, Сельхозгиз, 1947.

2. Арциховская Е. В. и Соколова В. Е., Об образовании этилового спирта и ацетальдегида в тканях яблок, ДАН СССР, т. 84, № 4, 1952.

3. Арциховская Е. В., Рубин Б. А. и Иванова Т. М., Роль перекисных соединений в снабжении кислородом тканей цитрусовых плодов, Биохимия плодов и овощей, сб. 2, Изд. АН СССР, 1951.

4. Букин В. Н., Витамины, Пищепромиздат, 1940.

5. Воронцов В. Е., Биохимическое изучение видового и сортового состава цитрусовых Аджарии, Изв. Батумского Ботанического сада, т. 1, 1936

6. Геуркова Н. М., Цитрусовые эфирные масла, Бюллетень технической информации МПП СССР, № 3, 1951; Мандариновое эфирное масло, Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института чая и субтропических культур, № 1, 1951.

7. Гребинский С. О., Биохимия цитрусовых, Биохимия культурных растений, т. 7, Сельхозгиз, 1940.

8. Гусев С. О., Стрельцов М. М., Хвостов Е. А., Шаповаленко М. М., Подвижной состав для перевозки скоропортящихся продуктов, Трансжелдориздат, 1954.

9. Гутиев Г. Т., Основные биологические особенности субтропических растений, Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института чая и субтропических культур, № 2, 1949.

10. Гутиев Г. Т., Наблюдения над характером роста цитрусовых на географических участках в Западной Грузии, Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института чая и субтропических культур, № 2, 1950.

11. Загорянский В. С., Влияние углекислого газа на хранение плодов, Труды Центрального научно-исследовательского биохимического института пищевой и вкусовой промышленности, т. 3, вып. 5, 1933.

12. Захаров П. П., Студнеобразование у пектиновых веществ, Коллоиды в процессах пищевой индустрии, сб. 1, 1946.

13. Инструкция по сбору, сортировке, упаковке, транспортировке и хранению цитрусовых плодов на 1947—1948 гг. (Утверждена МСХ СССР, МПП СССР, МПС СССР).

14. Келлер Б. А., Динамическая экология, «Советская ботаника», № 5, 1935.

15. Келлер Б. А. с сотрудниками, Исследования по осмотическому давлению и биохимической динамике кроны у цитрусовых и др. растений влажных советских субтропиков, «Советская ботаника», № 2, 1936.

16. Кежа Г. С., Динамика углеводов и содержание золы в листьях разного возраста у цитрусовых, «Советская ботаника», № 2, 1936.

17. Кецховели Н. Н., К истории цитрусовых культур в Грузии, Труды Грузинского сельскохозяйственного института, т. VIII, 1941.

18. Кезели Т. А., К анатомии кожуры мандарина из Грузии, Труды Тбилисского ботанического института, т. 4, 1938.

19. Киров К., Наблюдения над хранением мандаринов и исследования их, «Холодильное дело», № 4 и 5, 1915.

20. Коган А. М., Определение клетчатки по методу Киршнера и Ганака. Методика изучения состава отечественных пищевых продуктов, Изд. АМН СССР, 1949.

21. Колесник А. А. и Беляева В. А., Лимоны, апельсины, мандарины, Госторгиздат, 1954.

22. Колесник А. А. и Беляева В. А., Длительное хранение лимонов и апельсинов, Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института чая и субтропических культур, № 1, 1951.

23. Колесник А. А., Беляева В. А. и Родэ К. П., Изучение условий длительного хранения мандаринов, Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института чая и субтропических культур, № 4, 1950.

24. Котиди Е. П., Химическая природа веществ, вызывающих горечь в продуктах переработки мандаринов, ДАН СССР, т. 73, № 4, 1950.

25. Кудрявцева М. А., Превращение сахаров в мандаринах в процессе созревания и хранения, Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 25, вып. 1, 1930—1931.

26. Купревич В. Ф., Физиология больного растения, Изд. АН СССР, 1947.

27. Курсанов А. Л., Значение окислительных процессов в заживлении срезов у картофеля, «Биохимия», № 8, 1949.

28. Лейсле Ф. Ф., Изменения в содержании крахмала и динамика углеводов в листьях некоторых вечнозеленых растений, «Советская ботаника» № 2, 1936.

29. Лусс А. И., Цитрусовые культуры в СССР, Сельхозгиз, 1947.

30. Львов С. Д., Основные направления в историческом развитии учения о дыхании растений, Изд. АН СССР, 1950.

31. Марх А. Т. и Фельдман А. Л., О биохимических превращениях флавоновых глюкозидов цитрусовых плодов, «Биохимия», т. 15, вып. 3, 1950.

32. Метлицкий З. А. и Комякова А. А., Сроки съема яблок средней полосы, «Плодовое хозяйство», № 7, 1933.

33. Метлицкий Л. В., Хранение и простейшая переработка овощей, Изд. Центросоюз, 1949.

34. Метлицкий Л. В., О некоторых основных вопросах биологии хранения плодов, Известия Академии наук СССР, серия биологическая, № 1, 1954.

35. Метлицкий Л. В. и Цехомская В. М., Содержание витамина С в плодах цитрусовых, как показатель их устойчивости при хранении, ДАН СССР, т. 69, № 5, 1949.

36. Метлицкий Л. В. и Цехомская В. М., Качественные изменения в дыхательном газообмене цитрусовых плодов в зависимости от температуры хранения, ДАН СССР, т. 89, № 6, 1953.

37. Метлицкий Л. В. и Цехомская В. М., Особенности химического состава цитрусовых плодов Грузинской ССР, сб. Биохимия плодов и овощей, Изд. АН СССР, вып. 3, 1955.

38. Мурри И. К., Проблема витаминов в растениеводстве, Биохимия культурных растений, т. 8, Сельхозгиз, 1948.

39. Нагорный П. И., Рикашвили К. Г., Сакварелидзе Н. А., Материалы и микрофлора цитрусовых культур Грузинской ССР, Известия Грузинской опытной станции защиты растений, Серия А, № 2, 1940.

40. Никитинский Я. Я., Хранение пищевых продуктов в углекислом газе, Снабтехиздат, 1933.

41. Онохова Н. П., Биохимическая характеристика плодов цитрусовых, Труды Интродукционного питомника субтропических культур, вып. 5, Сухуми, 1937.

42. Опарин А. И. и Купленская О., Проблемы иммунитета культурных растений, Труды майской сессии АН СССР, 1936.

43. Прокошев С. М., О раневых реакциях клубней картофеля, «Биохимия» № 8, 1943. Биохимия картофеля, Изд. АН СССР, 1947.

44. Ракитин Ю. В., Практическое руководство по ускоренному созреванию плодов, Изд. АН СССР, 1938; Руководство по ускорению созревания помидоров при помощи этилена, Изд. АН СССР, 1950.

45. Ракитин Ю. В., Ускорение созревания плодов, «Природа», № 7, 1954.

46. Рубин Б. А., Биохимические основы хранения овощей, Изд. АН СССР, 1940.

47. Рубин Б. А., Дыхание и его роль в жизни растений, Изд. «Знание», 1953.

48. Рубин Б. А., Арциховская Е. В., Биохимическая характеристика устойчивости растений к микроорганизмам, Изд. АН СССР, 1948.

49. Рубин Б. А., Арциховская Е. В. и Иванова Т. М., О роли окислительных процессов в явлениях устойчивости плодов цитрусовых при хранении, Биохимия плодов и овощей, сб. 1. Изд. АН СССР, 1949; Дыхательный газообмен у цитрусовых плодов в связи с ходом развития плодов, там же; Материалы по характеристике дыхательного газообмена цитрусовых в период созревания, Биохимия плодов и овощей, сб. 2, изд. АН СССР, 1951.

50. Рубин Б. А. и Спиридонова Н. С., Витамин С и окислительная активность растительной ткани, «Биохимия», № 2, 1940.

51. Рютов Д. Г. и Веселова А. М., Температура замерзания и удельная теплота плодов и овощей, «Холодильная промышленность», № 1, 1939.

52. Симиренко Л. М., Крымское промышленное плодоводство, Изд. Комитета при Симферопольском отделении Российского Общества плодоводства, 1912.

53. Сисакян Н. М., Биохимическая характеристика засухоустойчивости растений, Изд. АН СССР, 1940.

54. Скорбаро Г. и Бахрах А. Л., Витамин Р, Биохимия и физиология витаминов, сб. 2. Изд. Ин. Лит., 1950.

55. Солдатенков С. В., Роль кислорода в созревании плодов, Изд. ЛГУ, 1941.

56. Соляников Т. Г., Созревание и съемка мандаринов «Уншиу-Микан», «Советские субтропики», № 1—2, 1930.

57. Сперанский В. Г., Плоды и овощи, Товароведение пищевых продуктов, под общей редакцией проф. Ф. В. Церевитинова, т. 2, Госторгиздат, 1949.

58. Токин Б. П., Фитонциды, Изд. АМН СССР, 1948.

59. Фишман Г. М., Разработка типовой схемы производства цитрусовых соков, Труды ВНИИКП, 1954.

60. Церевитинов Ф. В., О химическом составе кавказских цитрусовых плодов, «Холодильное дело», № 4—5, 1914.

61. Церевитинов Ф. В. и Реутов В. А., Цитрусовые плоды Кавказа, «Пищевая промышленность», № 7—8, 1924.

62. Церевитинов Ф. В., Химия и товароведение плодов и овощей, т. 1 и 2, Госторгиздат, 1949.

63. Церевитинов Ф. В., Химия свежих плодов и овощей, Сельхозгиз, 1933.

64. Церетели Л. Я., Результаты изучения болезней плодов цитрусовых в Грузинской ССР и ближайшие задачи изучения этого вопроса, Тезисы доклада на совещании по хранению цитрусовых при Биологическом отделении АН СССР, 3 июня 1947.

65. Церетели Л. Я. и Чантурия Н. Н., Болезни плодов цитрусовых при хранении, «Советская ботаника», № 3, 1939; Болезни плодов цитрусовых при хранении и меры борьбы с ними, Известия Грузинской опытной станции защиты растений, серия А, № 2, 1945.

66. Церетели Л. Я. и Чантурия Н. Н., К вопросу о применении антисептиков при хранении плодов цитрусовых, Сообщения АН Грузинской ССР, т. II, № 1—2, 1941.

67. Чантурия Н. Н., Colletotrichum gloeosporioides Penz на цитрусовых в Грузии, Сообщения АН Грузинской ССР, т. VI, № 8, 1945.

68. Чистяков Ф. М. и Бочарова З. З., Влияние низких температур на развитие плесневых грибов, «Холодильная промышленность», № 6, 1938.

69. Шелапутин В. И. и Бочарова З. З., Хранение цитрусовых плодов на холодильниках, «Холодильная техника», № 1, 1948.

70. Clark Ch. K., Packinghouse research, Florida Agr. Exp. Sta. Ann Rpt., 1941.

71. Davis W. B., The distribution and preparation of citrus peroxidase, Amer. Jour. Bot, v. 29, № 3, 1942.

72. Dorsett P H., Shamel A. D. a. Popenoe W., The navel orange of Bahia with notes on some little—known brasilian fruits, U. S. Dept. Agr. Bull, 445, 1917.

73. Fawcett H. S., Ciltrus diseases and Their control, 1936.

74. Friend W. H. a. Bach W. J., Storage experiments with Texas citrus fruits, Tex. Agr. Exp. Sta. Bull, 446, 1932.

75. Furlong C. R. a. Barker, The effect of the temperatures of storage on early, middle and late season Palestine grapefruit, Rep. Sci. a. Ind. Res. Food Invest, 1939.

76. Haas A. B. a. Klotz L. J., Physiological gradients in citrus fruits, Hilgardia, v. 9, № 3, 1935.

77. Haller M. H. et al., The respiration of some fruits in relation to temperature, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, v. 28, 1932.

78. Harding P. L. et al., Storage test of Florida oranges, 1950. Citrus Ind., № 5, № 6. 1951.

79. Harvey E. M. a. Rygg G. L., Physiological changes in the rind of California oranges during growth and storage, Jour. Agr. Res., 52, 1936.

80. Harvey E. M. a. Rygg G. L., Behavior of citrus fruit under special respiratory conditions as an expedient index of vitality, Plant Physiol., v. 11, № 3, 1936.

81. Harvey E. M., Studies on lemons in storage with reference to some relative effects of air circulation and ventilation and progressive changes in the fruits, Biol. Abstr., 1946, May № 8914; USDA, Tech. Bull, 908, 1946.

82. Hawkins L. A., A physiological study of grapefruit ripeninge and storage, Jour. Agr., Res., v 22, 1921.

83. Hopkins E. F. a. Loucks K. W., Relation of packinghouse Practices to incidence of fruit decay, Citrus Industry,. v. 29, № 11. 1948.

84. Kidd F. a. West C., The gas storage of fruit, Optimum temperatures and atmospheres, Jour, Pomol, Hort. Sci, v. 8, 1930.

85. Loucks K. W. a Hopkins E. F., Some factors influencing citrus fruit decay experiments, Citrus Industry, v. 27, № 10. 1946.

86. Mestre C., Der Saft und Wein von Orangen, Chem. Centr. Bl., B. d., 2, 1891.

87. Millere E. V., Physiology of citrus fruits in storage, The Botan. review, v. 12, № 7, 1946.

88. Powell G. H. et al., цитировано по Loucks K. W. a. Hopkins E. F. (85).

89. Sites J. W. a. Reitz H. J., The variation in individual Valencia oranges from different locations on the tree as a guide to sampling methods and spot—picking for quality, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, v. 56, 1950.

90. Shearon W. H. a. Burdick E. M., Citrus fruit processing primary separation of fruit into juices and pulps, Enginer. Chem, v. 40, № 3, 1948.

91. Stahl A. L. a. Camp A. F., Cold storage studies of Florida citrus fruit, 1. Effect of temperature aud maturity on changes in composition and keeping quality of oranges and grapefruit in cold storage, Fla. Agr. Exp. Sta. Bull, 303, 1936.

92. Thomas M., The controlling influence of carbon dioxide, V. A quantitave study of the production of ethylalcohol and acetaldehyd by cells of the higher plants in relation to concentration of oxygen and carbon dioxide, Biochem. Journal, 19, 1925.

93. Cold storage investigations, Eighth ann. Report of the Council for Sci. a. Indust. Res. Australia, 1934.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

Глава I. **Химический состав цитрусовых плодов** 7

Основные вещества, входящие в состав тканей важнейших видов цитрусовых плодов 9

Особенности химического состава отдельных сортов цитрусовых плодов 20

Изменчивость химического состава цитрусовых плодов в зависимости от климатических факторов 23

Глава II. **Дыхательный газообмен цитрусовых и его роль в явлениях устойчивости плодов** 29

Общая характеристика защитной роли дыхательного газообмена в явлениях устойчивости 32

Особенности дыхательного газообмена цитрусовых плодов . . . 42

Защитная роль дыхательного газообмена в явлениях устойчивости цитрусовых плодов по отношению к функциональным расстройствам . 56

Защитная роль дыхательного газообмена в явлениях устойчивости цитрусовых плодов по отношению к микроорганизмам 63

Лежкость цитрусовых плодов в связи с присущими им особенностями дыхательного газообмена 64

Глава III. **Физиолого-химические изменения, происходящие в плодах цитрусовых при созревании и хранении** 70

Физиолого-химические изменения, происходящие в плодах цитрусовых в процессе созревания на материнском растении 71

Физиолого-химические изменения, происходящие в плодах цитрусовых в процессе послеуборочного дозревания и хранения . . . 81

Лежкость плодов в зависимости от степени зрелости 90

Глава IV. **Микроорганизмы, поражающие цитрусовые плоды при хранении, и меры борьбы с ними** 99

Основные микроорганизмы, поражающие цитрусовые плоды при транспортировке и хранении 100

Защита плодов от поражения микроорганизмами 108

Глава V. **Подготовка цитрусовых плодов к транспортировке и хранению** 117

Уборка урожая цитрусовых 118

Сортировка и калибровка цитрусовых плодов 123

Упаковка цитрусовых плодов 126

Вопросы механизации товарной обработки цитрусовых плодов . 135
Типы плодопаковочных предприятий и их размещение 153

Глава VI. **Хранение цитрусовых плодов** 158

Влияние температурного режима и влажности воздуха на сохраняемость цитрусовых плодов 158
Уход за плодами во время хранения 172
Организация хранения цитрусовых плодов в местах произрастания . 175

Глава VII. **Транспортировка цитрусовых плодов** 181

Транспортировка цитрусовых плодов по железной дороге 182
Транспортировка цитрусовых плодов морским путем 188
Использованная литература 191

Лев Вульфович Метлицкий

Цитрусовые плоды

Редактор *Л. Д. Акимова* Техн. редактор *Э. М. Готлиб*

Л-106567 Сдано в набор 19/IV 1955 г. Подписано к печати 30/VI 1955 г.
Формат 60×92 1/16 12 5/8 п. л. в т. ч. 3 вкл. Уч.-изд. л. 12.14 Зак. 718
Тираж 2000 экз. Изд. № 3084 Пищепромиздат Цена 8 р.

Типография Московской Картонажной ф-ки. Москва, Павелецкая наб. д. 8.