

ТОВАРОВЕДЕНИЕ

ПЛОДОВ
И ОВОЩЕЙ



А. Ф. ДЖАФАРОВ

ТОВАРОВЕДЕНИЕ

ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

*Допущено Министерством торговли СССР
в качестве учебника для товароведных
факультетов торговых вузов*

Издание третье, переработанное



МОСКВА «ЭКОНОМИКА», 1985

Рецензент:
канд. техн. наук, доцент
Киевского торгово-экономического института
В. Т. Колесников

Джафаров А. Ф.
Д40 Товароведение плодов и овощей: Учебник для
товаровед. фак. торг. вузов. — 3-е изд., пере-
раб. — М.: Экономика, 1985. — 280 с.

Свежие плоды и овощи, а также продукты их переработки играют важную роль в питании человека.

Химический состав плодов и овощей, требования к их качеству, классификация и ассортимент подробно излагаются в 3-м издании учебника (2-е издание — 1979 г.). Большое внимание уделено биохимическим процессам, происходящим в плодах и овощах при хранении, а также способам сохранения их качества и рекомендуемым режимам хранения.

Д 3503000000—135 113—85
011(01)—85

ББК 65.9(2)421.5
6П9.85

© Издательство «Экономика», 1974
© Издательство «Экономика», 1979,
с изменениями
© Издательство «Экономика», 1985,
с изменениями

Фрукты и овощи, а также продукты их переработки играют важную роль в питании человека, так как являются источником ценных питательных веществ, способствуют лучшему усвоению пищи. Особенно важное значение имеют свежие фрукты и овощи как источник многих витаминов, главным образом витамина С, и минеральных соединений.

В Продовольственной программе СССР поставлена задача дальнейшего увеличения производства картофеля, овощей и фруктов, повышения их качества и резкого уменьшения потерь при перевозках и хранении. Предусматривается завершить создание специализированных зон производства товарного картофеля на промышленной основе, и прежде всего в Белоруссии, Нечерноземной зоне РСФСР и в республиках Прибалтики, а также расширить зоны по выращиванию раннего картофеля в районах Украинской СССР, республиках Закавказья и Средней Азии, ускоренными темпами развивать сельскохозяйственную базу для производства картофеля и овощей в районах Сибири и Дальнего Востока.

Сохранение плодов и овощей в свежем состоянии в течение длительного времени, максимальное сокращение потерь при хранении и продаже, бесперебойное снабжение ими населения — основная обязанность товароведов плодоовощных баз, торговых предприятий и организаций.

Наряду с увеличением производства свежих плодов и овощей значительно возрастает их промышленная переработка — сушка, квашение, маринование, замораживание, производство плодоовощных консервов.

В системе советской торговли совершенствуются методы и формы продажи плодоовощных товаров через специализированные магазины, увеличиваются продажа расфасованного картофеля, мытых и очищенных овощей, торговля охлажденными фруктово-ягодными и овощными соками, а также быстрозамороженными плодами, ягодами и овощами.

Широкое внедрение современных методов хранения (активная вентиляция, регулируемая газовая среда и др.), а также улучшение организации производства, заготовок, завоза, хранения, переработки и реализации способствуют снижению потерь плодоовощной продукции. Важное значение при этом имеет расширение производства высокоурожайных сортов картофеля, овощей и фруктов, устойчивых против заболеваний и повреждений, а также повышение удельного веса зимних сортов плодовых культур.

Огромное значение имеет дальнейшее укрепление материально-технической базы: строительство холодильников, хранилищ, приемно-заготовительных пунктов, перерабатывающих предприятий и цехов в первую очередь в местах производства плодоовощной продукции, расширение тепличных хозяйств, особенно с использованием тепловых отходов промышленных предприятий и термальных вод.

В успешном решении вопросов, связанных с хранением, переработкой, снижением потерь овощей и плодов, важную роль играют биологическая наука, плодоовощеводство, товароведение.

В развитии плодоводства и овощеводства в России велики заслуги выдающихся русских ученых А. Т. Болотова, И. В. Мичурина, Н. И. Кичунова, М. В. Рытова, В. В. Пашкевича, Л. П. Симиренко и др.

Огромный вклад в создание научных основ товароведения плодов и овощей внес проф. Ф. В. Церевитинов (1874—1947 гг.), создавший капитальный труд «Химия и товароведение свежих плодов и овощей».

Теоретической основой для дальнейшего развития научного товароведения плодов и овощей являются труды акад. А. И. Опарина, проф. Л. В. Метлицкого и их учеников. Важное значение имеют научные исследования в области биохимии устойчивости плодов и овощей к инфекционным болезням, а также в области биохимии покоя, созревания и старения.

Большое значение для развития товароведения плодов и овощей имеют работы профессоров В. Г. Сперанского, Н. В. Сабурова, Г. Г. Скробанского, А. А. Колесника, Е. П. Широкова, З. В. Коробкиной и других.

ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО СТРОЕНИЯ ТКАНЕЙ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Фрукты и овощи являются живыми биологическими объектами, состоящими из различных тканей. Ткани состоят из клеток, являющихся основной единицей строения растительных и животных организмов. Клетка представляет собой тот микромир, в котором происходят разнообразные процессы (обмен веществ), оказывающие решающее влияние на качество и сохраняемость свежих плодов и овощей. Разумное управление этими процессами лежит в основе различных методов и способов хранения плодов и овощей.

ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О СТРОЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Благодаря современной электронной микроскопии значительно расширились представления о строении растительных клеток. Ниже дается краткая характеристика ультраструктуры «обобщенной» растительной клетки, схема строения которой представлена на рис. 1.

Во взрослой растительной клетке различают **оболочку** (основной компонент — целлюлоза), окружающую клетку снаружи, **цитоплазму** (основной компонент — белок), прижатую в виде довольно тонкого слоя к оболочке, и **вакуоль** (основной компонент — вода) — полость, обычно заполненную клеточным соком, в котором, как правило, находятся растворенные вещества, а также различные продукты вторичного метаболизма — полифенолы, алкалоиды, эфирные масла и др. В цитоплазме, представляющей собой сложную полужидкую структуру, имеются различные субклеточные компоненты, так называемые клеточные органоиды, или органеллы: ядро, митохондрии, пластиды, диктиосомы (аппарат Гольджи), микротельца, эндоплазматическая сеть. Каждый из органоидов имеет весьма сложную и упорядоченную структуру и выполняет ту или иную функцию в обмене веществ.

Все внутриклеточные органеллы образованы **мембранами**. Обычно различают мембраны простые (элементарные) и более сложные (двойные).

Элементарная (одинарная) мембрана состоит из двух слоев неплотно упакованных белковых глобул, свободное про-

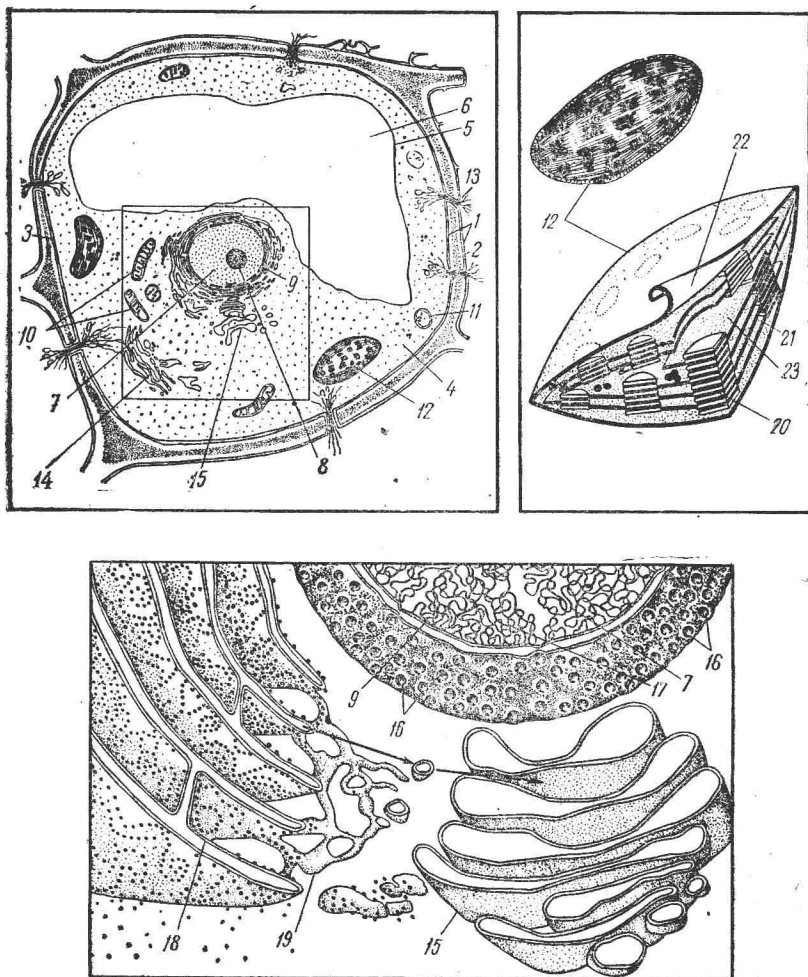


Рис. 1. Схема строения растительной клетки:

1 — клеточные стенки; 2 — срединная пластинка; 3 — плазмалемма (плазматическая мембрана, отделяющая цитоплазму от клеточной стенки); 4 — цитоплазма; 5 — тонопласт; 6 — вакуоль; 7 — ядро; 8 — ядрышко; 9 — ядерная мембрана; 10 — митохондрии; 11 — промитохондрии, развивающиеся в митохондриях; 12 — хлоропласты; 13 — плазмодесмы; 14 — эндоплазматическая сеть; 15 — аппарат Гольджи (диктиосомы); 16 — ядро с пóрами ядерной мембраны; 17 — нити хроматина; 18 — эндоплазматическая сеть с прикрепленными на ее поверхности рибосомами; 19 — гладкая эндоплазматическая сеть; 20 — граны хлоропластов (в виде стопки мешочков, расположенных перпендикулярно к поверхности хлоропласта); 21 — ламелла между гранами; 22 — наружная мембрана хлоропласта; 23 — строма

странство между которыми заполнено липидными молекулами. Все компоненты такой мембраны подвижны и находятся в состоянии непрерывной реорганизации. Одинарная клеточная мембрана образует плазмалемму (наружная мембрана, ограничивающая цитоплазму от клеточной оболочки), тонопласт (внутренняя мембрана, или вакуолярная оболочка, отделяющая цитоплазму от вакуоли),

элементы эндоплазматической сети и аппарата Гольджи, а также микротельца цитоплазмы.

Поверхность других клеточных структур — митохондрий, клеточного ядра и пластид — покрыта двойной мембраной, состоящей из двух слоев простых мембран.

На протяжении всей жизни мембраны постоянно обновляются — возникают вновь и распадаются. Функциональная роль мембран в жизни клетки огромна. Мембраны регулируют основные

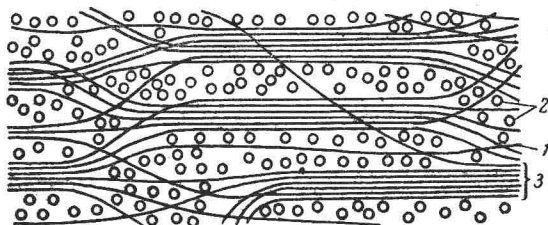


Рис. 2. Субмикроскопическое строение клеточной оболочки:

1 — элементарные фибриллы (черные линии); 2 — молекулы воды (кружочки); 3 — пучки элементарных фибрилл (микрофибриллы)

внутриклеточные процессы, избирательно пропуская или задерживая поступление и передвижение тех или иных молекул в клетке, оказывают большое влияние на активность ферментов, принимают участие в межклеточных внешних контактах и т. д. Большинство мембран, кроме этих общих функций, выполняет и специальные функции, связанные со специализацией того или иного органоида.

Клеточная оболочка. Специфической особенностью растительной клетки является наличие прочной клеточной оболочки, которая защищает цитоплазму от внешних воздействий и придает тканям свойственную им механическую прочность. Оболочка окружает клетки всех тканей плодов и овощей, и ее толщина влияет на консистенцию их мякоти.

Оболочка находится в набухом состоянии и обладает полной проницаемостью, хорошо пропитывается внеклеточными растворами, и с ней связаны процессы поглощения и выделения клеткой воды и растворенных в ней веществ.

Эти свойства клеточной оболочки обусловлены ее строением и химическим составом. Она построена из эластичных микрофибрилл целлюлозы и пластического аморфного матрикса (основного вещества), состоящего из протопектина и гемицеллюлоз. Эти вещества заполняют микрокапиллярное пространство между отдельными микрофибриллами. Вода пропитывает микрофибриллы целлюлозы и матрикса, вызывая их набухание (рис. 2).

Такой состав придает клеточной оболочке прочность и способствует ее росту. По мере роста и развития организма возрастает число целлюлозных микрофибрилл, увеличивается эластичность



а



б

Рис. 3. Внешний вид поверхности вторичной клеточной оболочки (по Иосту):
а — параллельное расположение целлюлозных фибрилл; *б* — смешанное расположение целлюлозных фибрилл («хворостоподобное» строение оболочки)

клетки, но затем пластичность утрачивается, и рост клетки прекращается.

Микрофибрилла состоит из нескольких сотен параллельно расположенных молекул целлюлозы, удерживаемых вместе водородными связями. Целлюлозные микрофибриллы обычно представляют собой тяжи диаметром 10—25 нм и длиной в несколько сот нанометров.

Характер распределения (ориентации) микрофибрилл в оболочках может иметь различную ультратекстуру в зависимости от ориентации микрофибрилл по отношению к продольной оси клеток. Такая ориентация может быть параллельной, наклонной, перпендикулярной, близкой к направлению продольной оси, примерно перпендикулярной и беспорядочной (рис. 3). В последних трех случаях текстура называется дисперсной. Она характеризуется тем, что фибриллы взаимно перекрещиваются, беспорядочно накладываются друг на друга, а иногда переплетаются между собой, но в целом имеют приблизительно параллельное расположение к поверхности клетки. Оболочки таких клеток с поверхности представляются оптически изотропными, а на поперечных срезах имеют двойное лучепреломление.

Обычно у зрелой растительной клетки различают первичную и вторичную оболочки. Первичная оболочка образует клеточные стенки молодых клеток, она содержит до 30% целлюлозы, а главными компонентами матрикса являются гемицеллюлоза и небольшое количество протопектина; вторичная оболочка содержит до 60% целлюлозы, а в матриксе больше протопектина.

У многих растительных клеток имеется только первичная оболочка, однако некоторые клетки (ткани ксилемы) после достижения окончательных размеров образуют вторичную оболочку.

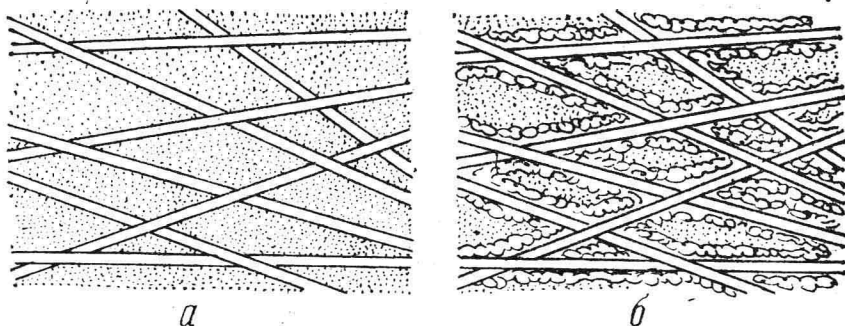


Рис. 4. Инкрустация клеточной оболочки:

а — фибриллярный каркас и межфибриллярный матрикс; б — инкрустация лигнином и утерявшая способность к растяжению оболочка с остатками матрикса

Развитие вторичной оболочки происходит в результате отложения на внутренней поверхности первичной оболочки дополнительных слоев, богатых целлюлозой. Нередко во вторичной оболочке могут присутствовать различные импрегнирующие вещества (лигнин, кутин, суберин и отдельные минеральные соли), что, как правило, связано со специализацией растительных клеток. Эти вторичные включения снижают эластичность и проницаемость клеточной оболочки.

В некоторых плодах и овощах, а также в отдельных их тканях нередко наблюдается инкрустация оболочек — одревеснение и опробовение (рис. 4).

Процесс одревеснения заключается в том, что в пространствах между целлюлозными микрофибриллами (в матриксе) образуется лигнин, в результате чего повышается прочность оболочки, так как лигнин обладает большой прочностью на сжатие. В результате инкрустации лигнином клеточная оболочка теряет пластичность, приобретает твердость и некоторую хрупкость. Это явление наиболее характерно для клеток древесины (отсюда и термин «одревеснение»).

Нередко при перезревании корнеплодов (редиса, свеклы и др.) ткани их становятся грубыми и волокнистыми вследствие одревеснения клеточных оболочек. В редких случаях одревеснение может быть процессом обратимым. Например, находящиеся в мякоти пло-

дов айвы и груш так называемые каменистые клетки с толстыми и сильно инкрустированными лигнином оболочками по мере созревания плодов размягчаются в результате резкого снижения содержания лигнина.

Клеточные оболочки перидермы подвержены опробковению, или суберинизации. При опробковении на первичную оболочку клетки изнутри накладывается (но не пропитывает ее) слой пробкового вещества суберина.

Суберин представляет собой аморфное вещество, обладающее высокой гидрофобностью и относящееся к сложным эфирам высокомолекулярных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и оксикислот. Его считают также полимером оксимонокарбоновых, оксидикарбоновых и дикарбоновых кислот. При частичной суберинизации оболочки клетка долгое время может оставаться живой. При полной суберинизации погибает протопласт. Такие омертвевшие суберинизированные клетки предохраняют орган от внешних воздействий и от потерь воды, а также, сохраняя свою форму, выполняют в растении механические функции.

Примером образования опробковевших клеточных оболочек является формирование на местах механических поражений картофеля новой ткани — раневой перидермы (см. с. 188).

В тканях плодов и овощей каждая клетка не является абсолютно автономной, а физиологически общается с протопластом соседних клеток посредством плазмодесм, которые представляют собой тончайшие тяжи (нити) цитоплазмы, проходящие через специальные поры в оболочках клеток. Вообще порой считают любое неутолщенное место клеточной оболочки. Плазмодесмы участвуют также в образовании веществ оболочки, посредством их передаются растворенные вещества от клетки к клетке, но они могут служить также путями для проникновения в клетку вирусов.

Форма клеток. Клеточные оболочки придают клеткам ту или иную форму. Округлые клетки, имеющие по всем направлениям приблизительно одинаковый диаметр, называются паренхимными, а клетки вытянутой формы с заостренными концами — прозенхимными. В паренхимных клетках поры образуются в виде углублений в первичной оболочке, а вторичная оболочка ровным слоем прилегает к ней.

Взрослые клетки плодов и овощей почти всегда имеют постоянную форму благодаря наличию довольно прочной оболочки. При этом форма и размер клеток зависят от вида плодов и овощей, ботанического сорта, типа тканей и других факторов. Размер клеток у высших растений обычно колеблется от 10 до 100 мкм. Паренхимные клетки мякоти сочных плодов и картофеля, в которых содержатся запасы питательных веществ и воды, имеют более крупные размеры, а клетки мякоти арбуза, апельсина и лимона видны даже невооруженным глазом. Длина прозенхимных клеток во много раз больше, чем толщина; например, лубяные волокна крапивы достигают длины 80 мм, а в поперечнике — микроскопически малы.

Срединная пластинка. Клетки, находящиеся по соседству друг с другом, соединяются между собой посредством срединной пластинки, которая состоит из пектиновых веществ (в основном из протопектина) и гемицеллюлоз. При наблюдении в электронном микроскопе она представляется аморфной. Молекулы протопектина переплетаются между собой и с молекулами гемицеллюлозы, образуя сетчатую субмикроскопическую структуру. В образовании срединной пластинки участвует аппарат Гольджи, содержащий полигалактуроновую кислоту. По обе стороны от срединной пластинки находятся первичные оболочки соседних клеток.

При разрушении срединной пластинки вследствие ферментативного расщепления протопектина клетки как бы разъединяются и ткани плодов разрыхляются. Такой процесс называется *мацерацией*. Примерами естественной мацерации тканей может быть разрыхление мякоти груш, персиков, бананов при полном их созревании. Иногда такая мацерация наступает преждевременно до окончания срока хранения плодов, например при заболевании яблок пухлостью.

Разрушение срединных пластинок между клетками мякоти яблок таких помологических сортов, как Ренет Симиренко, Ренет бумажный, Антоновка обыкновенная, и некоторых других приводит к полной мацерации клеток (рис. 5). Наблюдая в световой микроскоп такие клетки, каждая из которых имеет свою оболочку, можно видеть, что они отделены друг от друга и как «лодочки» плавают в капле воды. Мякоть яблок, пораженных пухлостью, становится как бы мучнистой, рассыпчатой, на коже часто появляются трещины, в которые легко проникают микроорганизмы.

Во время роста плодов происходит частичная мацерация клеток, связанная с их переходом из эмбрионального состояния во

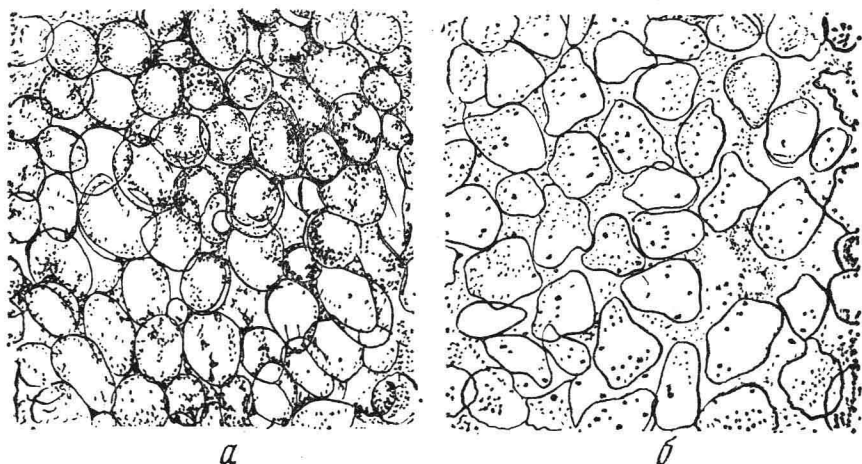


Рис. 5. Микроструктура паренхимной ткани яблок сорта Ренет бумажный: а — здорового плода; б — плода, пораженного пухлостью

взрослое. При частичной мацерации клеток срединная пластинка растворяется не по всей поверхности клеток, а чаще по их углам. В результате этого под действием тургорного давления соседние клетки округляются и между ними образуются межклетники, имеющие в поперечном разрезе чаще всего форму трех- и четырехугольников (на продольном срезе межклетники имеют форму щелей). В сформировавшихся тканях плодов и овощей межклетники, заполненные воздухом, представляют собой единую разветвленную сеть. Состав воздуха в межклетниках зависит от газообмена плодов и овощей.

Цитоплазма. От клеточной оболочки цитоплазма отделена плазмалеммой. Она обладает избирательной проницаемостью и способностью к активному транспортированию веществ против градиента концентрации и участвует в формировании клеточной оболочки.

Цитоплазматический матрикс (основное вещество цитоплазмы) представляет собой электронно-оптические гомогенную массу, в которой размещены все клеточные органоиды. По физическим свойствам его можно считать также многофазной коллоидной системой, способной обратимо переходить из золя в гель. Преобладающей дисперсионной средой этой системы является вода, что имеет важное значение для биохимических реакций в клетке. Цитоплазма обладает высокой водопоглощающей и водоудерживающей способностью. При заметной потере воды коллоиды цитоплазмы переходят из состояния золя в гель, и тогда начинает преобладать дисперсная фаза (белки и другие вещества).

В молодой растительной клетке цитоплазма с ядром заполняет почти все пространство (рис. 6, а), но по мере роста и старения клетки она отодвигается к клеточной стенке и занимает тонким слоем постенное положение. При этом из многих мелких вакуолей, заполненных клеточным соком, формируется одна большая вакуоль или образуется несколько крупных вакуолей, пространство между которыми и внутренней стороной клеточной оболочки занимает цитоплазма (рис. 6, б).

Нарушение коллоидного состояния цитоплазмы может происходить при подмораживании плодов и овощей, при воздействии токсичных веществ, высокого электрического напряжения и т. д. В большинстве растительных объектов при нагревании выше 60°C цитоплазма коагулирует, белки выпадают в виде хлопьевидного осадка.

Коллоиды цитоплазмы клеток разных видов плодов и овощей находятся в различной дисперсной фазе, что не может не влиять на потери ими воды и сроки их хранения. Более того, цитоплазма в разных тканях данного вида плодов или овощей и даже внутри одной клетки, но в разных ее участках может находиться в разном физическом состоянии. Так, если ее матрикс находится в нормальных условиях в состоянии гидрозоля, то ее более плотные мембраны — в состоянии геля.

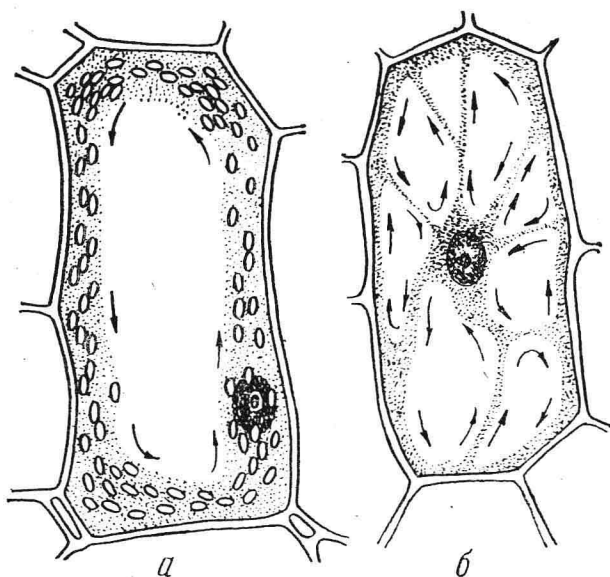


Рис. 6. Движение цитоплазмы в клетке:
а — вращательное; б — струйчатое

По химическому составу цитоплазма представляет собой сложную и постоянно изменяющуюся систему, основу которой составляют белки (простые и сложные), липиды и вода. Считают, что белки, в основном глобулярные, являются преимущественно ферментами, катализирующими биохимические реакции в цитоплазме, например гликолиз (Либберт, 1976 г.). Кроме того, в состав цитоплазмы входят нуклеиновые кислоты — в основном РНК (рибонуклеиновая кислота), углеводы, неорганические и другие вещества. Липиды и углеводы являются в основном запасными веществами и используются как источники энергии.

Важнейшим свойством цитоплазмы живой клетки является ее подвижность, обусловленная постоянно протекающими в ней процессами обмена веществ. Движение цитоплазмы более заметно во взрослых клетках. В клетках разных видов плодов и овощей и в разных тканях скорость движения цитоплазмы неодинакова; часто это движение очень медленное и незаметное. Низкая температура окружающей среды тормозит движение цитоплазмы или даже прекращает его. Можно считать, что в клетках плодов и овощей, находящихся в состоянии покоя, в зимний период хранения скорость движения цитоплазмы минимальная по сравнению, например, со скоростью движения в послеуборочный период.

В клетках обычно различают два вида движения цитоплазмы: вращательное — вокруг одной или двух-трех больших вакуолей и струйчатое — в клетках, где тяжи цитоплазмы неоднократно пересекают клетку и имеется множество вакуолей, вокруг каждой из

которых вращается цитоплазма в разных направлениях (см. рис. 6). Во время движения цитоплазма увлекает с собой клеточные органоиды, а иногда и ядро.

Другим важным свойством цитоплазмы является ее избирательная проницаемость, выражающаяся в том, что одни вещества легко проникают в нее, другие — задерживаются. Это явление, однако, в значительной мере объясняется свойством наружной (плазмалеммы) и внутренней (тонопласт) мембран, которые построены по типу элементарных мембран, а по составу являются липопротеиновыми мембранами.

В состав плазмалеммы и тонопласта входят белки, липиды, вода, ионы кальция и др. Тонопласт весьма богат полярными молекулами липидов.

Проницаемость в общем виде — это пассивный обмен молекулами, вызванный разностью их концентраций, т. е. процесс диффузии, замедляемый мембранами, которые находятся на пути диффундирующих молекул. Однако проницаемость не следует смешивать с процессом поглощения клеткой питательных веществ в результате биохимических реакций, протекающих с затратой химической энергии.

Избирательная проницаемость имеет важное значение при созревании овощей и консервировании плодов сахаром. В растворе соли или сахара, концентрация которого выше концентрации клеточного сока, возникает разность осмотических давлений, в результате чего часть воды переходит из клетки в межклеточное пространство. Это оттягивание воды вызывает отставание эластичной цитоплазмы от оболочки клетки и ее съеживание. Кроме того, уменьшается размер вакуоли и сокращается поверхность тонопласта. В результате этих изменений происходит плазмолиз клетки.

Вакуоль. В молодых клетках имеются очень мелкие вакуоли, но по мере дифференциации клетки они сильно увеличиваются в объеме и обнаруживают тенденцию к слиянию. Зрелая растительная клетка уже имеет довольно большую центральную вакуоль, ограниченную от цитоплазмы тонопластом. Для паренхимных клеток мякоти плодов и овощей характерно наличие очень крупной центральной вакуоли, заполняющей почти всю клетку, а цитоплазма распределена узким слоем вдоль клеточной оболочки.

В вакуоли растительной клетки откладываются вещества, принадлежащие с физиологической точки зрения к двум различным категориям. С одной стороны, это вторичные продукты обмена — фенолы, антоцианы, алкалоиды и др. С другой стороны, в вакуоль поступают из цитоплазмы жизненно важные для клеточного метаболизма вещества, например сахар и белки, которые в случае необходимости могут включаться в процессы метаболизма клетки.

Состояние вакуолей, в частности концентрация растворенных в клеточном соке веществ, имеет важное значение для качества свежих плодов и овощей.

В свежих плодах и овощах клетки находятся обычно в напряженном состоянии, известном под названием тургора (см.

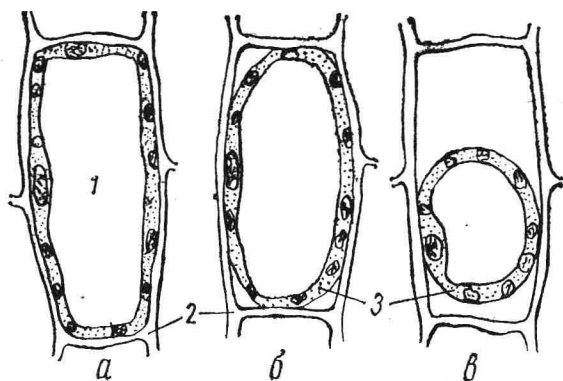


Рис. 7. Плазмолиз и тургор растительной клетки:
 а — клетка в состоянии тургора; б — клетка в начале
 плазмолиза; в — полный плазмолиз; 1 — вакуоль; 2 — обо-
 лочка; 3 — протопласт

рис. 7). Тургор обусловлен величиной осмотического давления, а последняя — концентрацией клеточного сока, заполняющего вакуоль. Растворенные в клеточном соке вещества оказывают осмотическое давление на тонопласт, вследствие чего он поддерживается в состоянии постоянного напряжения, что придает клетке необходимую прочность и тургоресцентность.

Клеточные органоиды. Ранее отмечалось, что в цитоплазме находятся различные клеточные органоиды (органеллы) — ядро, митохондрии, пластиды, эндоплазматический ретикулум, диктиосомы (аппарат Гольджи).

Ядро представляет собой центральную органеллу клетки, так как принимает активное участие в размножении и росте клеток. Размеры ядра зависят от возраста клетки (в молодых клетках оно крупное, занимает $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{3}$ объема и расположено в центре, в старых — в постепенном слое цитоплазмы), а также от вида плодов и овощей, вида тканей и других факторов. Форма ядра, как правило, круглая или овальная, но может быть также вытянутой, сплюснутой и др.

В каждой клетке находится одно ядро, но бывают клетки с несколькими ядрами. Ядро вовлекается в движение цитоплазмой, иногда оно неподвижно, и тогда цитоплазма обтекает его; замечено, что при разрыве оболочки клетки ядро активно перемещается к месту поранения. В некоторых клетках ядро находится в состоянии непрерывного вращательного или маятниковообразного движения, что, очевидно, является следствием импульсивного выделения в цитоплазму синтезированных им веществ.

В составе ядра различают в основном оболочку (ядерные мембраны), нуклеоплазму (ядерный сок) и ядрышки.

Ядерная оболочка пронизана широкими порами диаметром 20—30 нм и связана с эндоплазматической сетью; она представляет собой двойную мембрану толщиной около 30 нм. Через

поры ядерной оболочки свободно проходят макромолекулы белка и даже рибосомы, что обуславливает физиологический обмен между нуклеоплазмой и цитоплазмой клетки. Но ядерные мембраны иногда оказываются непроницаемыми для некоторых белковых молекул и других веществ.

Нуклеоплазма — это прозрачная однородная масса, представляющая собой гидрофильную белковую коллоидную систему, более плотную, чем цитоплазма. В состав нуклеоплазмы входят белки (70—96% сухой массы ядра), а также ДНК, РНК, липиды, ионы кальция и другие вещества. В нуклеоплазме видны зернышки, которые образуют неправильную сеть в виде пересекающихся тонких нитей. Такую сеть называют хроматиновой. В некоторых клетках, например лука, хроматин равномерно распределен в нуклеоплазме в виде тончайшей сети. Эта хроматиновая сеть представляет собой структурные формы хромосом. Хромосомы несут в себе наследственные единицы — гены, в которых закодирована информация, передающаяся по наследству. Для каждого вида плодов и овощей характерными являются число хромосом, их форма и величина. Хромосомы состоят в основном из белка и ДНК, а также из РНК.

Внутри ядра содержится одно или несколько ядрышек, являющихся местом активного синтеза РНК и белка, которые затем через ядерную мембрану проникают в цитоплазму и принимают участие в обмене веществ.

Энергия, необходимая для внутриклеточных реакций, вырабатывается в специальных клеточных органоидах — митохондриях, которые по этой причине называют энергетическими центрами клетки (рис. 9). Это бесцветные частицы, рассеянные в цитоплазме, чаще имеющие яйцевидную форму или форму коротких палочек, а также округлые, удлиненные или нитевидные. Митохондрии на $\frac{2}{3}$ состоят из белков и на $\frac{1}{3}$ — из липидов, среди которых больше половины приходится на фосфолипиды. Кроме того, в составе митохондрий имеется небольшое количество РНК (от 1 до 3%).

Митохондрии являются очень чувствительными структурами, сильно набухают в воде и легко разрушаются в липофильных жидкостях. Внешне они напоминают многокамерный мешочек, который покрыт оболочкой, образованной двумя простыми мембранами — наружной и внутренней. Эти мембраны состоят на 65% из белка и на 35% — из липидов, богатых ненасыщенными жирными кислотами. Так, в липидах митохондрий яблок из всех жирных кислот на долю линоленовой приходится около 56%.

Наружная мембрана обычно гладкая, внутренняя — образует выступы в виде складок или трубочек, называемых кристами. На кристах сосредоточены ферменты, осуществляющие биоэнергетические процессы — передачу электронов от окисляемого субстрата кислороду воздуха (окисление). Эти реакции, завершающие процесс дыхания, а также связанное с ним окисление субстрата, заканчиваются в митохондриях окислительным фосфорилированием и синтезом молекул АТФ. При этом клетка использует АТФ как