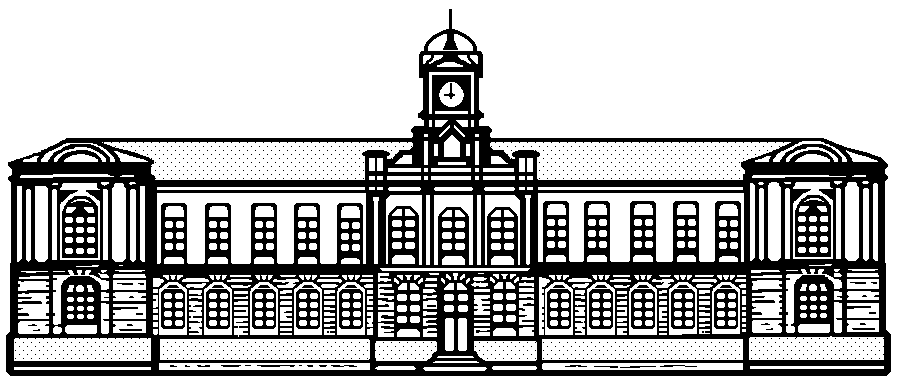
Министерство сельского хозяйства РФ

# 



# Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева

Кафедра физиологии растений

Физиология и биохимия созревания и старения плодов

Выполнил:

студент группы

агрономического факультета

.

Преподаватель:

.

Москва 2010

Содержание

Баланс фитогормонов в связи с созреванием плодов

Изменение органолептических свойств плодов в ходе созревания (окраски, содержания пигментов, консистенции, вкуса, аромата)

Изменение содержания углеводов в процессе хранения плодов

Динамика содержания витаминов и кислотности плодов в процессе хранения

Влияние внешних факторов (температуры, СО2, О2, фитопатогенов, света, влажности воздуха) и химического состава плодов на процесс хранения

# Особенности фаз развития фруктов и овощей

Послеуборочные фазы жизни **однолетних организмов** связаны с созреванием и старением, а двулетних — с периодом покоя и роста. Протекание указанных процессов требует от растительных продуктов определенных затрат энергии, которые связаны с их природными свойствами и с влиянием внешней среды. В работе динамика энергозатрат в зависимости от температурного фактора представлена в следующем образном виде: « …Один день хранения при температуре 25°С стоит столько растительных клеток, сколько 2 дня при 15°С, 4 дня — при 8°С или 16 дней — при 0°С».   
  
**Созревание** (перикарпия) является первым этапом старения, но с потребительской точки зрения для климактерических фруктов и овощей, оно может являться стадией улучшения их качественных показателей. **Свежесобранные продукты**, не требующие немедленной реализации, обычно и не должны отвечать оптимальным вкусовым свойствам. Многие культуры даже требуют определенного **срока хранения**, чтобы повысились их вкусовые качества. Обычно это продукты, обладающие способностью дозревать в послеуборочный период (например, яблоки, груши, персики, абрикосы и др.).   
  
**Процесс созревания**, как правило, характеризуется многочисленными объективными и субъективными признаками, явным или неявным образом взаимосвязанными между собой. К наиболее важным из них относятся:

* повышение дыхательной активности;
* продолжение развития и снижение потенциальной энергии;
* активизация обмена веществ;
* усиление синтеза этилена;
* начало деструктивных изменений;
* улучшение органолептических показателей.

Достижение состояния полного созревания — это «начало конца»: после этого **процессы распада** начинают превалировать над синтетическими процессами и темпы старения резко возрастают, происходит

* активизация процессов деструкции;
* торможение метаболизма;
* накопление вредных веществ обмена,
* снижение иммунитета к повреждениям и болезням;
* резкое повышение потерь;
* ухудшение opганолептических показателей.

**Период покоя** — это тоже необходимое звено онтогенеза, имеющее генетическую природу и связанное с сортовым признаком. Оно определяется совокупностью протекающих в продукте внутренних процессов обмена веществ и видимыми его проявлениями в виде почек, ростков и т. д. Для растительных объектов с ростовой активностью — овощей, естественный покой связан с эндогенными факторами, и его предназначением является подготовка к репродуктивному развитию растений. **Вынужденный покой** в любых формах связан с теми или иными воздействиями на продукт с целью продления периода естественного покоя путем подавления ростовой активности. Периоды покоя и роста взаимосвязаны между собой и зависят от интенсивности протекающих процессов обмена веществ.

В отличие от процесса созревания, период покоя, протекающий в нормальных условиях, не связан с транспирацией, респирацией, расходом питательных веществ и другими явными признаками изменения метаболизма. Его наступление после фазы вызревания связано с отсутствием стимулирующих **рост гормонов** или с присутствием веществ, ингибирующих его, а, следовательно, выход из состояния покоя вызывается обратными причинами, когда возникает условия для деления и растяжения новообразующихся клеток растения. Переход от покоя к росту сопровождается значительной **активизацией метаболизма**: возрастает интенсивность дыхания, скорость **окислительно-восстановительных реакций**, содержание общего и **белкового азота**, нуклеиновых кислот и др.   
  
Для продления периода покоя и предупреждения прорастания используются различные физические и химические воздействия (понижение температуры, изменение состава среды, облучение, применение биологически активных веществ и др.)

Рост плодов продолжается до тех пор, пока не вырастут семена, выделяющие необходимые количества ростовых веществ (ауксинов) в мясистые ткани плодов. Ауксины и витамины, перемещаясь из листьев в бутоны, цветки, обеспечивают завязывание и рост плодов. С прекращением роста семян выделение ауксинов останавливается, а плоды приобретают окончательные размеры.   
 В растущих плодах преобладает крахмал, а к моменту созревания увеличивается сахаристость (за счет глюкозы). Перезревшие плоды теряют сахара, в них возрастает кислотность. По мере созревания плодов в них снижается содержание витамина C, но увеличивается количество каротина. В целом каротина больше в плодах из открытого грунта по сравнению с тепличными.   
 Плоды в начале порозовения обладают повышенными питательными свойствами из-за широкого набора поступивших полезных веществ к моменту за 4-6 дней до покраснения.   
  В развивающихся плодах кислот бывает меньше, они концентрируются около семян, препятствуя их преждевременному прорастанию. Во внутренних и внешних стенках плодов больше сахаров и в целом сухих веществ.   
  Чем больше семян в плодах, тем они кислее. Повышенную кислотность имеют лежкие сорта с крупными семенными камерами. Хорошо подходят для хранения плоды с повышенными количествами биохимических соединений.   
  Сахара, кислоты, витамины и пектины являются основой внутреннего (вкусового) качества плодов томатов; внешнее качество (окраска) связана с увеличенным содержанием ликопина и каротина. При низком содержании кислот в плодах их вкус не улучшается, а высокая кислотность в сочетании с повышенной сахаристостью не снижает вкуса плодов.

Созревание плодов, совокупность морфологических и биохимических изменений в плоде, в результате которых семена становятся полноценными зачатками новых растений, а околоплодник приобретает способность выполнять функции защиты и распространения семян. После опыления цветков у плодовых растений образуется завязь, которая переходит к интенсивному росту. Внутри завязи происходит формирование и созревание семян, способствующее также росту и созреванию околоплодника, по-разному протекающему у сухих и сочных плодов. У сухих плодов этот процесс сводится в основном к обезвоживанию тканей. Так, у бобовых происходит сморщивание и уменьшение размеров околоплодника, у злаков высыхающий околоплодник срастается с семенной оболочкой. У сочных плодов околоплодник разрастается за счёт тканей завязи или цветоложа. При этом происходит увеличение числа клеток, их размеров, а также образование межклеточных пространств. Различают два основных периода развития плода: первый — от оплодотворения яйцеклетки до созревания семян и окончания роста околоплодника, второй — до полного созревания околоплодника. В первый период идут усиленный рост и формирование семян и околоплодника, сопровождающиеся интенсивным притоком питательных веществ и воды из листьев. В семенах и плоде преобладают процессы синтеза высокомолекулярных веществ: белков, жиров, углеводов (крахмал, целлюлоза, пектиновые вещества). Во второй период изменяются морфологические и биохимические признаки плода: он размягчается, приобретает свойственные ему окраску, вкус и аромат. Большую роль в этих изменениях играет процесс дыхания, снабжающий энергией ткани плода. Характерная особенность многих видов плодов — т. н. климактерический подъём дыхания. У некоторых плодов он наблюдается до снятия их с дерева, у других (дозревающих в лёжке) — после него. Подъёму дыхания способствует образование в плодах этилена. В период созревания снижается содержание крахмала, органических кислот и фенолов (дубильные вещества) и накапливаются азотистые соединения и растворимые сахара; в результате формируется вкус плода. Размягчение плодов зависит от изменения соотношения и состояния полисахаридов, особенно пектиновых веществ, в клеточных стенках. При созревании изменяется состав пигментов, входящих в кожицу, мякоть и клеточный сок плода: обычно разрушается хлорофилл и синтезируются каротиноиды, антоцианы и др. пигменты. Благодаря синтезу спиртов, альдегидов, сложных эфиров, терпенов плод приобретает свойственный ему аромат. Регуляция процессов созревания плодов осуществляется вырабатываемыми растениями фитогормонами. После климактерического подъёма дыхания наступает старение и перезревание плодов.

  У косточковых, ягод, банана, инжира период С. п. короткий, у цитрусовых — длительный. У яблок и груш этот период колеблется в широких пределах в зависимости от сорта (летние, осенние, зимние). Для транспортируемых и хранящихся плодов различают две степени зрелости: съёмную и потребительскую. На созревание плодов влияют факторы внешней среды — температура, свет, газовый состав среды, что особенно проявляется при послеуборочном созревании плодов.

Дозаривание плодов - доведение недозрелых плодов до потребительской спелости. Дозаривание проводят в складах (хранилищах) или специально оборудованных камерах (искусственное дозаривание). Яблоки и груши зимних сортов, как правило, не успевают созреть на дереве; яблоки и груши летних и осенних сортов, абрикосы, персики, томаты, дыни часто убирают недозрелыми для повышения их транспортабельности и лёжкости; при дозаривании плоды приобретают потребительские качества (вкус, аромат и др.). Как при созревании на растении, так и при дозаривании сложные органические вещества плодов распадаются на простые (например, протопектин переходит в растворимый пектин, крахмал превращается в сахар, уменьшается содержание кислот), вследствие чего плоды становятся мягче и слаще. Созревшие (на растении или при дозаривании) плоды приобретают характерную окраску в результате образования в них красящих веществ (пигментов). Однако при созревании на растении в плодах происходит не только распад веществ, но и их синтез, и вкусовые качества таких плодов выше, чем дозревших в лёжке; поэтому сбор недозрелых плодов и последующее их дозаривание проводят в случае необходимости. Чаще всего дозаривают томаты. Для дозаривания берут неповреждённые плоды, помещают в открытые, хорошо проветриваемые ящики. Хранилища оборудуют вентиляцией, отоплением и защищают от дневного света. Интенсивность дозаривания зависит от влажности и температуры воздуха в складе, камере. Относительная влажность воздуха должна быть не выше 80%. Для замедления дозаривания плоды (например, яблоки, груши, плоды косточковых пород, дыни) хранят при возможно более низкой температуре, а для ускорения — при температуре около 20°С. При температуре выше 25°С Д. также задерживается и начинается разрушение некоторых витаминов, в томатах не образуется красящее вещество и плоды становятся жёлтыми.

  Дозаривание можно ускорять стимулирующими веществами, например этиленом (газом). Особенно эффективно дозаривание этиленом плодов томата — зелёные сформировавшиеся плоды дозревают за 5 дней. Поэтому в северных районах целесообразно томаты убирать зелёными и дозаривать, что позволяет получать зрелые плоды на месяц раньше, чем при естественном созревании на растении. Дозаривание при помощи этилена проводят в герметических камерах, установленных в отапливаемых помещениях. Для небольших партий плодов камеры изготовляют из трёхслойной фанеры. Плоды укладывают на полках камер в 2—3 слоя, этилен вводят из расчёта 1 л газа на 1 м3 камеры. Большие партии плодов укладывают в ящики и дозаривают в камерах, оборудованных отоплением и вентиляцией. На 1 м3 полки размещают до 80 кг плодов. Камеры заполняют этиленом каждые 24 ч до тех пор, пока плоды не побуреют, после чего прекращают подачу газа. Плоды можно дозаривать также в газонепроницаемых камерах, заполненных кислородом (60—80% к объёму камер). В камерах поддерживают температуру около 20°С. Плоды выдерживают в кислороде в течение 3 дней, после чего они хорошо дозревают в обычных условиях.

Основы защиты плодов от преждевременного перезревания и старения

Созревание - это сложный процесс, происходящий независимо от того, созревают ли плоды на материнском растении или во время хранения. Но если в первом случае продолжается приток к плодам веществ, синтезируемых листьями, то при хранении процессы синтеза происходят лишь за счет превращений ранее запасенных веществ. К таким превращениям относятся распад запасенных в плодах сложных органических соединений до более простых. Образующиеся при этом вещества и высвобождающаяся энергия используются на поддержание структуры и функций клеточных органов, а также на активацию биосинтеза веществ, характерных для процесса созревания (определенных нуклеиновых кислот, обусловливающих аромат плодов, и др.).

К наиболее характерно выраженным процессам, сильно влияющим на вкус плодов, относятся распад крахмала до сахаров, а также окисление сахаров и органических кислот в процессе дыхания. Этим объясняется возрастание сахаристости плодов при хранении и

потеря специфичной для многих плодов кислотности. Так, в зеленых бананах содержится около 20 % крахмала и 1,5 % сахаров, во время же хранения (по мере того как бананы становятся желтыми) содержание крахмала в них снижается до 2 %, а количество сахаров возрастает до 6 %. В яблоках зимних сортов содержится около 2 % крахмала, но по мере хранения весь он превращается в сахар.

Биохимические процессы, ведущие к созреванию, происходят наиболее активно в первые дни и недели после сбора плодов. Затем по достижении определенного максимума активность многих процессов уменьшается и изменяется.

Максимальная активность биосинтетических процессов по времени совпадает с наблюдаемым при созревании плодов временным подъемом дыхания, называемым климактерическим. Соответственно период созревания делят на три фазы: предклимактерическая с относительно низким уровнем дыхания; климактерическая, в течение которой дыхание возрастает до максимума; постклимактерическая, характеризующаяся пониженным уровнем дыхания.

Климактерический подъем дыхания означает кульминацию процесса созревания и начало процесса старения. Поэтому период, соответствующий предклимактерической и климактерической фазам, условно называют созреванием, а период жизни плода после климактерического пика - старением.

Во время климактерического подъема дыхания наблюдается синтез новых белков, в частности так называемого малик-фермента, катализирующего процесс расщепления органических кислот в плодах с образованием ацетальдегида и спирта. Накопление же этих веществ в клетках приводит к постепенному их отравлению, возникновению функциональных расстройств, преждевременному старению, а затем к гибели.

Естественным стимулятором прорастания является этилен. Прямо или косвенно этилен вызывает распад хлорофилла, благодаря чему зеленые плоды быстрее приобретают окраску, свойственную спелым плодам. Этилен ускоряет наступление климактерического подъема дыхания и усиливает проницаемость клеточных стенок. На начальных этапах созревания содержание этилена в плодах возрастает и, достигнув определенного максимума, падает. Чем раньше образуется этилен, тем скорее развивается и завершается процесс старения.

Выдерживание плодов в среде с очень небольшим количеством этилена (1:2000) стимулирует процесс созревания, на этом основан метод их искусственного дозревания. В зависимости от вида плодов и исходной степени зрелости различна их реакция на этилен. Зеленые плоды сильнее реагируют на обработку этиленом по сравнению с более зрелыми. Этилен выделяют не только плоды, но и плесневые грибы, поэтому здоровые плоды в присутствии пораженных быстрее созревают.

Регулирование созревания плодов путем выдерживания их в обогащенной этиленом среде является очень трудоемким. В условиях современного плодоводства это достигается путем опрыскивания плодов на деревьях препаратами, которые, претерпевая в растительных тканях определенные превращения, образуют этилен. Высокой биологической активностью обладают 6-хлорэтилфосфоновая кислота и ее производные, выпускаемые под названием этефон, этрел и др. В тканях плодов эта кислота распадается на этилен, анионы фосфорной и соляной кислот. Так как зеленые плоды реагируют на этилен сильнее, чем более зрелые, а на одном дереве всегда имеются плоды разной степени зрелости, то после обработки можно получить урожай плодов, однородных по зрелости, а следовательно, и по лежкоспособности.

Широко распространено мнение, что старение плодов во время хранения обусловлено истощением запасов пластических и энергетических веществ. В действительности же хранение вынуждены заканчивать до того, как они исчерпаны, в результате накопления токсичных для клетки соединений, вызывающих ее отмирание.

Основой практических мероприятий по предупреждению преждевременного перезревания и старения плодов являются их уборка и закладка на хранение в строго определенной степени зрелости, а также хранение плодов при строго определенном - оптимальном - режиме температуры, влажности, воздухообмена и газового состава окружающей их среды.

Способы хранения картофеля и овощей

На хранение должны закладываться здоровые плоды и овощи, без механических повреждений, поражений вредителями, с минимальной микро-биальной обсемененностью, по возможности одинакового (среднего) размера, оптимальной для данного вида и сорта съемной зрелости, при которой они обладают максимальной лежкостью.

Тара должна использоваться чистая и прочная. Бывшая в употреблении тара должна быть вымыта и продезинфицирована.

Успешное хранение продукции возможно только в том случае, когда в толще ее массы будет обеспечено создание и поддержание оптимального температурно-влажностного режима, при котором процессы жизнедеятельности протекают в продукции на минимальном уровне потеря специфичной для многих плодов кислотности. Так, в зеленых бананах содержится около 20 % крахмала и 1,5 % cахаров, во время же хранения (по мере того как бананы становятся желтыми) содержание крахмала в них снижается до 2 %, а количество cахаров возрастает до 6 %. В яблоках зимних сортов содержится около 2 % крахмала, но по мере хранения весь он превращается в сахар.

Биохимические процессы, ведущие к созреванию, происходят наиболее активно в первые дни и недели после сбора плодов. Затем по достижении определенного максимума активность многих процессов уменьшается и изменяется.

Максимальная активность биосинтетических процессов по времени совпадает с наблюдаемым при созревании плодов временным подъемом дыхания, называемым климактерическим. Соответственно период созревания делят на три фазы: предклимактерическая с относительно низким уровнем дыхания; климактерическая, в течение которой дыхание возрастает до максимума; постклимактерическая, характеризующаяся пониженным уровнем дыхания.

Климактерический подъем дыхания означает кульминацию процесса созревания и начало процесса старения. Поэтому период, соответствующий предклимактерической и климактерической фазам, условно называют созреванием, а период жизни плода после климактерического пика - старением.

Во время климактерического подъема дыхания наблюдается синтез новых белков, в частности так называемого малик-фермента, катализирующего процесс расщепления органических кислот в плодах с образованием ацетальдегида и спирта. Накопление же этих веществ в клетках приводит к постепенному их отравлению, возникновению функциональных расстройств, преждевременному старению, а затем к гибели.

Естественным стимулятором прорастания является этилен. Прямо или косвенно этилен вызывает распад хлорофилла, благодаря чему зеленые плоды быстрее приобретают окраску, свойственную спелым плодам. Этилен ускоряет наступление климактерического подъема дыхания и усиливает проницаемость клеточных стенок. На начальных этапах созревания содержание этилена в плодах возрастает и, достигнув определенного максимума, падает. Чем раньше образуется этилен, тем скорее развивается и завершается процесс старения.

Выдерживание плодов в среде с очень небольшим количеством этилена (1:2000) стимулирует процесс созревания, на этом основан метод их искусственного дозревания. В зависимости от вида плодов и исходной степени зрелости различна их реакция на этилен.

Зеленые плоды сильнее реагируют на обработку этиленом по сравнению с более зрелыми. Этилен выделяют не только плоды, но и плесневые грибы, поэтому здоровые плоды в присутствии пораженных быстрее созревают.

Регулирование созревания плодов путем выдерживания их в обогащенной этиленом среде является очень трудоемким. В условиях современного плодоводства это достигается путем опрыскивания плодов на деревьях препаратами, которые, претерпевая в растительных тканях определенные превращения, образуют этилен. Высокой биологической активностью обладают 6-хлорэтилфосфоновая кислота и ее производные, выпускаемые под названием этефон, этрел и др. В тканях плодов эта кислота распадается на этилен, анионы фосфорной и соляной кислот. Так как зеленые плоды реагируют на этилен сильнее, чем более зрелые, а на одном дереве всегда имеются плоды разной степени зрелости, то после обработки можно получить урожай плодов, однородных по зрелости, а следовательно, и по лежкоспособности.

Широко распространено мнение, что старение плодов во время хранения обусловлено истощением запасов пластических и энергетических веществ. В действительности же хранение вынуждены заканчивать до того, как они исчерпаны, в результате накопления токсичных для клетки соединений, вызывающих ее отмирание.

Основой практических мероприятий по предупреждению преждевременного перезревания и старения плодов являются их уборка и закладка на хранение в строго определенной степени зрелости, а также хранение плодов при строго определенном - оптимальном - режиме температуры, влажности, воздухообмена и газового состава окружающей их среды.

Различные удобрения неодинаково влияют на качество и лежкость плодов. Так, минеральные удобрения в определенной степени влияют на химический состав плодов, их рост и способность к хранению. Внесение некоторых удобрений в почву обычно приводит к соответствующему накоплению этих веществ в продукции. Избыток азота вреден, так как уменьшается плотность плодов и ягод, ухудшаются их окраска, транспортабельность, устойчивость к механическим повреждениям. Достаточное количество в почве калия и фосфора способствует наполнению плодов сахарами, красящими и ароматическими веществами, улучшает их лежкость. Минеральные удобрения влияют на устойчивость к некоторым физиологическим заболеваниям при хранении. При этом определяющая роль принадлежит кальцию. Недостаточное содержание его в яблоках способствует возникновению физиологических заболеваний (горькой ямчатости, побурению мякоти), приводящих к быстрому старению плода. Эффективное средство против таких заболеваний — предуборочная обработка деревьев 0,3—0,7 %-ным раствором хлористого кальция или погружение плодов в 4 %-ный раствор этой соли. Кальций, в отличие от азота, к тому же положительно влияет на окраску и плотность плодов. Под воздействием минеральных удобрений может изменяться и вкус плодов. Так, при избытке фосфора плоды приобретают грубую консистенцию.

# Изменение состава и свойств плодов и овощей при хранении

При охлаждении и последующем хранении в плодах и овощах происходят микробиологические, биохимические, химические, физические процессы, вызывающие **изменения состава**, свойств и в конечном итоге **товарного вида**, а также потребительских достоинств плодоовощной продукции. При этом наиболее важное значение (по быстроте и масштабам порчи) имеют микробиологические процессы.

Необходимым условием **развития микроорганизмов** является наличие в продукте или на его поверхности воды в доступной для них форме. Потребность микроорганизмов в воде может быть выражена количественно в виде активности воды А, которая зависит от концентрации растворенных веществ и степени их диссоциации.

**Развитие микрофлоры** при понижении температуры резко тормозится, причем тем больше, чем ближе температура к точке замерзания тканевой жидкости продукта. Эффект влияния понижения температуры на микробную клетку обусловлен нарушением сложной взаимосвязи метаболических реакций в результате различного уровня изменения их скоростей и повреждением молекулярного механизма активного переноса растворимых веществ через клеточную мембрану. Наряду с этим происходит изменение и качественного состава **микроорганизмов**. Некоторые их группы размножаются и при низких температурах, вызывая заражение травмированных при уборке и перевозке плодов и овощей. Затем инфекция распространяется и на здоровые, неповрежденные плоды и овощи.

Особенно опасны болезни, возникающие в поздний период вегетации, поскольку на хранение могут быть заложены больные плоды и овощи, что приводит к инфицированию всей товарной массы продукции. Наиболее распространенными болезнями являются черная плесневидная и мокрая **бактериальная гниль**. Благодаря наличию плотной оболочки, покрытой воском, плоды более устойчивы к действию патогенной микрофлоры, нежели овощи.

На интенсивность развития микробиологических процессов влияет влагосодержание поверхностных слоев продукта. Испарение влаги с поверхности в процессе охлаждения плодов и овощей не компенсируется миграцией воды из внутренних слоев, что приводит к увеличению концентрации растворенных компонентов и понижению величины А как следствие, к подавлению жизнедеятельности микроорганизмов. Уровень снижения влагосодержания зависит от степени гидрофильности клеточных коллоидов, анатомического строения и состояния покровных тканей, условий и режимов **холодильной обработки**, степени зрелости, упаковки, способов и сроков хранения, интенсивности дыхания и других факторов.

Различные виды и сорта плодов и овощей неодинаково устойчивы к микробиологическим заболеваниям, что определяется их восприимчивостью к последним, проявляющейся в результате непосредственного контакта продуктов с **фитопатогенными микроорганизмами**. Большая или меньшая устойчивость плодов и овощей к микроорганизмам или полная невосприимчивость, основанная на несовместимости растительного организма и паразита, является наследственным признаком, который регулируется генетическим аппаратом организма. **Микроорганизмы** обладают высокой адаптацией к защитным механизмам плодов и овощей, которые по мере созревания теряют свой иммунитет.

**Устойчивость плодов** и овощей к заболеваниям при хранении определяется многими взаимосвязанными биологическими факторами: анатомическим строением, образованием раневой перидермы, выделением бактерицидных веществ, реакцией сверхчувствительности, характером внутриклеточного обмена и главным образом дыхания. При **хранении плодов и овощей** в результате дыхания происходит распад сложных органических веществ, накопленных плодами и овощами во время их роста и формирования, до более простых, сопровождающийся выделением энергии и испарением влаги.

В разные периоды роста и развития плодов и овощей характер дыхания неодинаков. Наиболее высокая его активность наблюдается в период созревания, особенно на первых этапах роста, затем она снижается и через некоторое время снова повышается. В период созревания (при хранении) в яблоках, грушах, бананах, томатах, дынях наблюдается интенсивный подъем дыхания (климактерий), которое затем снижается. В последующий период плоды перезревают и становятся менее устойчивыми к заболеваниям.

В охлажденных плодах и овощах в периоды дозревания и созревания происходят изменения окраски, вкуса, аромата, консистенции, в результате чего формируются их высокие потребительские достоинства. Периодам дозревания и созревания плодов и овощей соответствуют предклимактерический (с низким уровнем дыхания) и климактерический (с максимальным уровнем дыхания) периоды.

Пониженные температуры тормозят интенсивность климактерического подъема дыхания, растягивая его во времени, и способствуют удлинению сроков хранения. Состояние климактерия — это поворотный пункт в жизни плода, когда его развитие и созревание уже закончены, а разрушение еще не началось.

В постклимактерический период (интенсивность дыхания снижается) в плодах начинаются необратимые изменения. Климактерический подъем дыхания протекает у разных плодов неодинаково и отражает скорость их созревания. Так, у яблок и груш он длится несколько недель, у бананов — от 1 до 3 сут, а у апельсинов и лимонов не наблюдается.

**Вегетативные овощи** с наступлением конца лета — начала осени переходят в состояние покоя, т. е. естественного приспособления к неблагоприятным условиям внешней среды. Происходят временная приостановка, задержка всех жизненных процессов, причем продолжительность состояния покоя у отдельных видов и сортов овощей различна.

В состоянии естественного покоя возникают внешне не проявляющиеся специфические изменения, без которых невозможен последующий переход растения к активной жизни. При неблагоприятных условиях хранения растения могут перейти в состояние вынужденного покоя.

Для сохранения овощей необходимо создать условия для предотвращения прорастания, т. е. обеспечить длительное и устойчивое состояние естественного и вынужденного покоя. Длительность и глубина последних регулируются фитогормонами и природными **ингибиторами роста**.

При переходе овощей в состояние покоя интенсивность дыхания уменьшается, в результате чего происходят сложные изменения в протоплазме клеток: клетка обогащается жирами и фосфолипидами, **гидрофильность коллоидов** снижается, оводненность уменьшается, проницаемость клеточной оболочки понижается.

В конце хранения (весной) дыхание вегетативных овощей возрастает в связи с начавшимися процессами проростания (окончанием периода покоя и переходом к генеративной стадии развития). К моменту окончания покоя в овощах понижается содержание ингибиторов и возрастает действие стимуляторов роста, которые усиливают интенсивность дыхания, активизируются гидролитические и **окислительные процессы**. При повышении ферментативной активности покоящихся тканей используются запасные вещества, являющиеся источниками энергии, и пластические соединения в процессе биосинтеза новых клеток и тканей проростка. Энергия связи воды с компонентами клеток уменьшается, доля более подвижной воды увеличивается, устойчивость запасающих тканей к **фитопатологическим заболеваниям** и их способность к синтезу защитных соединений ослабевают. По мере развития процессов роста снижается содержание питательных веществ в овощах.

Процесс дыхания является довольно сложным и протекает через ряд промежуточных превращений веществ с участием ферментов. При аэробном дыхании происходит поглощение кислорода, сопровождающееся (при участии тканевых ферментов) окислением органических веществ с последующим выделением углекислого газа, воды и энергии. Плоды и овощи в первую очередь расходуют углеводы, затем органические кислоты, азотистые, пектиновые, дубильные вещества, гликозиды и др.

Энергия, выделяемая при дыхании плодов и овощей, частично используется клеткой для обменных реакций и на процесс испарения, запасается в виде химически связанной энергии в АТФ, а также в большом количестве уходит в воздух камеры в виде теплоты.

Интенсивность дыхания зависит от вида, сорта плодов и овощей, степени их зрелости, газового состава тканей и среды, температуры и др. Замедление скорости внутриклеточных реакций при пониженных температурах приводит к снижению интенсивности дыхания. Однако в результате испарения воды оно может возрастать, причем интенсивность испарения влаги зависит не только от параметров охлаждающей среды, но и от объекта. Значительные размеры паренхимных клеток и межклетников, незначительная толщина покровных клеток определяют интенсивность испарения воды плодов и особенно овощей.

**Испарение влаги** при хранении плодов и овощей нарушает нормальное течение обмена веществ в тканях, вызывает ослабление тургора и их увядание. Последнее происходит, как правило, не по всей поверхности плода и овоща, а только на отдельном их участке (со. слабой покровной тканью). Так, морковь начинает увядать с конца корня, яблоки и груши — с участка около чашечки. Увядание ускоряет **процессы распада** содержащихся в клетках веществ, увеличивает их расход на дыхание, нарушает энергетический баланс.

Под влиянием охлаждения изменяются вязкость и подвижность протоплазмы, что приводит к нарушению ее структуры, и тем самым снижается жизнеспособность клетки.

Для сохранения нормальной жизнедеятельности плодов и овощей при одновременном максимальном понижении интенсивности процессов обмена температура должна быть достаточно низкой, но не ниже физиологических возможностей, определяемых видовыми особенностями организма, а во избежание подмораживания температура должна как минимум на 1°С превышать криоскопическую температуру продукта.

При резком понижении температуры может возникнуть частично разобщение дыхания, в результате чего возрастет тепловыделение. В процессе **холодильного хранения** плодов и овощей происходит существенное изменение углеводов, пектиновых веществ, витаминов, которые в значительной степени определяют пищевую ценность этих продуктов. Особенно значительные изменения наблюдаются в углеводах, которые расходуются клетками в процессе жизнедеятельности в период послеуборочного дозревания. Содержание крахмала в некоторых плодах и овощах уменьшается вследствие его ферментативного осахаривания. Общее количество сахаров при этом возрастает, а затем начинает снижаться, так как расходуется на дыхание. В некоторых культурах крахмал при хранении синтезируется (фасоль, сахарная кукуруза, овощной горох и др.).

При хранении в клубнях картофеля с понижением температуры в определенных пределах происходит накопление сахаров, а при повышении ее возрастает синтез крахмала из сахаров, что связано с активностью ферментов, катализирующих прямую и обратную реакции и имеющих различный температурный оптимум.

В процессе хранения **количество сахарозы**, протопектина, гемицеллюлоз, органических кислот обычно снижается, а растворимого пектина увеличивается. В результате перехода части протопектина в пектин твёрдость плодов уменьшается. Скорость превращения углеводов, а также характер их изменений зависят от вида и сорта, степени зрелости, условий хранения и других факторов.

Существенное влияние на качество и **сохраняемость плодов** оказывают превращения в пектиновом комплексе. По мере старения плодов растворимый пектин распадается до полигалактуроновой кислоты и метилового спирта, в результате чего происходят разрыхление тканей, отравление клеток, возникают функциональные расстройства. **Содержание полифенолов** в плодах и овощах за счет гидролиза быстро снижается, образуется множество других соединений, что отражается на вкусе и аромате плодов и овощей.

Во время хранения изменяется **витаминный состав** плодов и овощей. Наибольшим изменениям (особенно в период перезревания) подвергается витамин С. Наименьшими потерями витамина С отличаются цитрусовые. С понижением температуры хранения потери витамина С уменьшаются. В процессе хранения увеличивается **количество каротиноидов**, а количество хлорофилла снижается.

На качество продуктов в период охлаждения и хранения влияет их взаимодействие с внешней средой: возникает тепло-, влаго- и газообмен, интенсифицируются процессы окисления кислородом воздуха.

При хранении плодов и овощей необходимо осуществлять контроль за соблюдением технологического режима их хранения, качеством и сохранностью.

Температура, относительная влажность воздуха и скорость его движения контролируют и регистрируют в течение всего периода хранения. На современных холодильниках контроль за режимом и параметрами хранения проводится автоматически с применением ЭВМ.

Плоды и овощи, которые хранят в холодильниках, размещенных в местах их сбора, направляют непосредственно в реализацию или на **распределительные холодильники** в местах потребления. При этом очень важно при перегрузках и транспортировании соблюдать непрерывность холодильной цепи.

Некоторые плоды и овощи (груши, томаты и др.) в процессе хранения не дозревают, поэтому за несколько суток до реализации их переносят в помещение с усиленной циркуляцией воздуха (при температуре 18-20°С и относительной влажности 90%). Переборку, сортировку, перетаривание плодов и овощей из санитарных соображений также целесообразно проводить в специальных помещениях.

В целях поддержания оптимального температурно-влажностного режима, сохранения качества продукции и экономичности хранения рекомендуется:

* максимально ограничивать теплопритоки в камеры, сокращать сроки их загрузки, поддерживать равномерность температурного поля;
* вентилировать камеры летом — в ночные часы, зимой — в дневные;
* использовать тару с равновесной влажностью, соответствующей параметрам воздуха в камере;
* хранить плоды и овощи со слабой водоудерживающей способностью в камерах меньшей вместимости;
* камеры длительного хранения загружать полностью;
* экранировать штабели в частично загруженной камере или перегружать продукцию в камеру меньшей вместимости;
* соблюдать правила хранения различных групп плодов и овощей, не допуская совместного хранения продукции, требующей разного температурно-влажностного режима.

Определяющим фактором сохранения высоких **потребительских свойств** замороженных плодов и овощей является температурный режим их хранения. Понижение температуры уменьшает потери массы и интенсивность необратимых изменений качества плодов и овощей.

**Стойкость продуктов** растительного происхождения к микроорганизмам при хранении в значительной степени зависит от их первоначальной зараженности.

При хранении продукции важное значение имеет постоянство температурно-влажностного режима, так как даже незначительные его колебания приводят к перекристаллизации в тканях и **сублимации влаги**.

Оптимальным режимом хранения замороженных плодов и овощей является температура −18°С и относительная влажность воздуха на уровне 95-98%.

В последние годы появились работы, в которых сообщается об эффективности предварительной обработки многих видов плодов и овощей повышенными концентрациями углекислого газа порядка 10—15 в течение нескольких дней и даже 1—2 недель или очень высокой концентрации (до 100%) в течение нескольких часов. Кратковременный контакт плодов и овощей с углекислотой в высоких концентрациях улучшает результаты последующего хранения как в охлаждаемых (с контролируемой и обычной атмосферой), так и в неохлаждаемых хранилищах. Целесообразен такой способ предварительной обработки плодоовощной продукции и перед ее транспортированием на большие расстояния. Использование СО2 в больших дозах, задерживая старение плодов и овощей, препятствует размягчению тканей и появлению различных физиологических болезней, снижает темпы разрушения хлорофилла, органических кислот (в том числе аскорбиновой), повышает устойчивость к фитопатогенным заболеваниям.

Литература

1. Бэртон У. Г. Физиология созревания и хранения продовольственных культур.— М.: Агропромиздат, 1985.
2. Метлицкий Л. В., Биохимия на страже урожая, М., 1965.
3. Ракитин Ю. В., Руководство по ускорению созревания помидоров при помощи этилена, 2 изд., М., 1950
4. Сахарова Н. П. Хранение плодов и овощей.— Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1988.
5. Третьяков Н. Н., Физиология и биохимия с/х растений, 2-е издание, «КолосС», М., 2005
6. Трисвятский Л. А., Лесик Б. В., Курдина В. Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов.— М.: Агропромиздат, 1991.
7. Церевитинов Ф. В., Химия и товароведение свежих плодов и овощей, 3 изд., т. 1, М., 1949