

**МДК.01.03. Управление обслуживанием холодильного оборудования
(по отраслям) и контроль за ним**

**Тема 4.2. Хранение продуктов в регулируемой газовой среде
(12 часов)**

1. Биохимические основы хранения
2. Газовые смеси
3. Принципы создания и поддержания газовых режимов
4. Особенности объемно-планировочных и технологических решений
5. Режимы работы холодильных камер с РГС
6. Герметизация ограждающих конструкций

1. Биохимические основы хранения

В обычных холодильных камерах для хранения фруктов и овощей режим хранения характеризуется тремя основными параметрами: температурой, относительной влажностью и кратностью циркуляции воздуха в помещении. Температура хранения влияет на скорость протекания процессов жизнедеятельности плодов, уровень относительной влажности определяет интенсивность испарения влаги с их поверхности, а кратность циркуляции воздуха характеризует его подвижность (скорость движения) в объеме камеры и у продукта.

Хорошие результаты при хранении плодов в холодильниках можно получить только при условии одновременного поддержания в камерах оптимальных значений температуры, относительной влажности и кратности циркуляции воздуха. Однако во многих случаях этого недостаточно. Необходимо обеспечить еще и оптимальный (для плодов каждого вида и сорта) состав среды в камере, характеризуемый определенными концентрациями кислорода, углекислого газа и азота. Хранение фруктов и овощей в атмосфере, которая отличается по газовому составу от воздуха, называют хранением в регулируемой газовой среде (РГС), а холодильные камеры, предназначенные специально для такого хранения, – камерами с РГС.

Поддержание оптимального режима хранения в холодильных камерах с РГС позволяет сохранить естественную устойчивость плодов к микробиологическим и физиологическим заболеваниям и максимально возможно продолжить жизнь плодов в послеуборочный период без снижения потребительских качеств и с минимальными потерями. Регулируемая газовая среда, создаваемая и поддерживаемая в таких камерах, является дополнительным к холоду важным фактором, который значительно замедляет процессы жизнедеятельности плодов при хранении.

Метод хранения плодов в регулируемой газовой среде был разработан на основе изучения процессов газообмена хранимых плодов с окружающей средой.

Между плодами и окружающей их средой при хранении происходит постоянный дыхательный газообмен, необходимый для жизнедеятельности клеток, которые, используя накопленные раньше запасы питательных веществ, поглощают кислород и выделяют углекислый газ, водяные пары и летучие органические вещества (этилен и ряд веществ, которые образуют в совокупности аромат плодов). Кислород воздуха поступает сначала в межклеточное пространство плода, затем переходит в клетку и вовлекается в процесс дыхания. Углекислый газ, который выделяется в процессе дыхания, движется в обратном

направлении: из клеток в межклеточное пространство, а затем в окружающую плод среду. Таким образом, в хранимых плодах всегда образуется своя внутритканевая атмосфера, отличная по составу от воздуха.

В условиях холодильного хранения концентрация O_2 в межклеточном пространстве плода всегда меньше, чем в окружающей среде, а CO_2 выше. Образующаяся разность парциальных давлений вызывает диффузию газов через поверхностные ткани плодов. При этом состав атмосферы внутри плодов тем сильнее отличается от состава внешней среды, чем большим сопротивлением для диффузии газов обладают эти ткани.

Скорость дыхательного газообмена плодов с окружающей средой зависит от вида и состояния плодов, характера и интенсивности процессов жизнедеятельности клеток, температуры, газопроницаемости кожицы и пограничного слоя газов, парциального давления компонентов газовой смеси в тканях и среде.

В тканях яблок при хранении на воздухе удерживается 10-14% кислорода и 8-15% углекислого газа. В связи с тем, что в воздухе содержится кислорода больше (около 21%), его парциальное давление в окружающей среде выше, чем в тканях плода, поэтому O_2 проникает в мякоть через кожуру. С углекислым газом происходит обратное – его парциальное давление в мякоти выше, чем в воздухе, поэтому углекислый газ выделяется из плода в воздух.

При неизменных параметрах окружающей среды и состояния плодов газообмен в обоих направлениях протекает в условиях достигнутого равновесия, т.е. с одной и той же скоростью, при которой концентрация газов внутри тканей и интенсивность дыхания плодов остаются более или менее одинаковыми.

При изменении концентрации отдельных компонентов в окружающей среду изменяется парциальное давление этих газов и тем самым нарушается установившийся газообмен. Если, например, понизить концентрацию кислорода в окружающей среде и повысить в ней концентрацию углекислого газа, то можно уменьшить концентрацию кислорода и увеличить концентрацию углекислого газа в межтканевом пространстве плодов и этим затормозить интенсивность их дыхания. Таким образом, регулируя дыхательный газообмен, можно влиять на биохимические процессы и предупредить старение плодов. При этом многие компоненты плодов сохраняются лучше, чем при обычных условиях холодильного хранения, меньше расходуется кислот, сахаров, задерживается распад хлорофилла, медленнее накапливаются этилен и летучие ароматические вещества, которые являются дополнительными ускорителями созревания плодов. Все это оказывает содействие уменьшению потерь, а также сохранению качества и пищевой ценности плодов.

Основная роль в таком регулировании интенсивности дыхания принадлежит кислороду. Уменьшение его концентрации в газовой среде замедляет процесс усвоения кислорода тканями плодов и снижает интенсивность дыхания, а увеличение, наоборот, активизирует этот процесс. Исследование дыхания плодов в зависимости от концентрации кислорода в окружающей среде показало, что снижение концентрации кислорода с 21 до 14% обычно мало влияет на уменьшение интенсивности дыхания. Дальнейшее снижение концентрации кислорода до 3% приводит к постепенному значительному ослаблению дыхания, но не нарушает его. При очень низких концентрациях кислорода (ниже 2-3%) возможно нарушение дыхания и появление физиологических расстройств в тканях плодов, которые вызывают спиртовое брожение и их порчу. Поэтому опасно снижать концентрацию кислорода до уровня менее 3%. Лишь единичные сорта плодов сохраняют нормальное дыхание при концентрации кислорода 2% в условиях полного отсутствия углекислого газа.

Механизм действия углекислого газа на дыхание плодов заметно отличается от действия кислорода. Углекислый газ, достигая определенной для каждого вида плодов

концентрации в межтканевом пространстве, блокирует дыхание в присутствии кислорода, тормозит активность окислительных ферментов и протекание физиологических процессов. Для большинства плодов дыхание заметно подавляется при концентрации углекислого газа в окружающей среде 5-10% в зависимости от состояния плодов.

Ранее решающее значение при хранении в РГС придавали углекислому газу, поскольку он обладает сильнейшим антисептическим действием. Со временем стало ясно, что антисептическое действие углекислого газа проявляется при таких высоких концентрациях, которые вызывают серьезные нарушения в обмене веществ плодов. В среде с повышенной концентрацией углекислого газа (до 15%) резко снижается поражение плодов паразитарными грибами, но одновременно сильно возрастают физиологические повреждения плодов. Внешний вид плодов не изменяется, но сердцевина их приобретает бурую окраску и привкус спирта.

В результате дыхания состав среды в замкнутой системе изменяется – содержание кислорода уменьшается, а углекислого газа возрастает. Именно эта особенность дыхания плодов позволяет создать в такой системе модифицированную газовую среду со сниженной концентрацией кислорода и повышенной углекислого газа.

Процесс дыхания плодов сопровождается также выделением влаги и теплоты. Это учитывают в расчетах при проектировании плодоовощных холодильников любого типа.

И, в конце концов, уравнение подтверждает зависимость интенсивности дыхания плодов от концентраций кислорода и углекислого газа во внешней среде.

Обеднение внешней среды кислородом и обогащение ее углекислым газом тормозит интенсивность дыхания плодов намного сильнее, чем снижение только температуры среды. Этим объясняется высокая эффективность хранения плодов в камерах с РГС по сравнению с хранением в обычных холодильных камерах.

Благодаря заметному снижению интенсивности дыхания фруктов и овощей в камерах с РГС температура среды в них может быть на 1-2°C выше, чем в обычных холодильных камерах. Это позволяет предупредить возникновение так называемых низкотемпературных заболеваний плодов, вызываемых холодом, и вместе с тем не приводит к более раннему перезреванию плодов и поражению их инфекционными болезнями.

Список рекомендованных источников

1. Янчук В.Я., Бондарев В.И. Холодильные камеры для хранения фруктов и овощей в регулируемой газовой среде. - М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1984. – 128 с.

Составить опорный конспект, сделать скрин и прислать – vitaliy.buruyan@mail.ru