

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.05.02 Хранение плодоовощной продукции в регулируемых газовых средах

Направление подготовки 35.03.07 Технология производства и
переработки сельскохозяйственной продукции

Профиль подготовки Хранение и переработка
сельскохозяйственной продукции

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

Конспект лекций.....	3
Лекция № 1 Характеристика газовых сред.....	3
Лекция № 2 Хранение в РГС.....	4
Лекция № 3 Хранение в МГС.....	9
Лекция № 4 Подготовка хранилищ к приему нового урожая.....	12
Лекция № 5 Учет продукции, заложенной на хранение.....	14
Методические материалы по выполнению лабораторных работ.....	16
Лабораторная работа № ЛР-1-2 Определение газовой среды в местах хранения.....	16
Лабораторная работа № ЛР-3-4 Создание нормальной газовой среды для хранения картофеля.....	17
Лабораторная работа № ЛР-5-6 Субнормальная газовая среда.	
Способы её достижения.....	22
Лабораторная работа № ЛР-7-8 Установки и технические характеристики машин и аппаратов для создания газовых сред при хранении продукции.....	26
Лабораторная работа № ЛР 9-10 Методика создания РГС при хранении овощей и фруктов, плодов в холодильных установках.....	33
Лабораторная работа № ЛР 11-12 Методика хранения овощей и фруктов, плодов, корнеплодов в газовых средах.....	37
Лабораторная работа № ЛР 13-14 Методика хранения плодово-овощной продукции в глухих буртах, траншеях.....	42
Лабораторная работа № ЛР 15-16 Методика хранения картофеля, плодов и овощей в полиэтиленовых контейнерах с диффузионными вставками (окнами).....	45
Лабораторная работа № ЛР 17-18 Методика хранения моркови в открытых полиэтиленовых мешках.....	46
Лабораторная работа № ЛР 19 Упаковки, используемые для МГС и РГС.....	48
Лабораторная работа № ЛР 20-21 Болезни хранения в МГС и РГС.....	51

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: «Характеристика газовых сред»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Особенности газовой среды
2. Влияние диоксида углерода на сохранность продукта

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Особенности газовой среды

Газ – это совокупность хаотически движущихся с разными скоростями молекул. В газе образуются молекулы из однотипных атомов (O_2 , H_2 , N_2), между молекулами действуют силы Ван-дер-Ваальса. Энергия этих сил меньше, чем энергия теплового движения, и связь между молекулами очень мала. В результате газ способен занимать любой по величине объем и любую форму. Характеристики газовой среды принято рассматривать на базе «идеального газа», имеющего следующие свойства:

- 1) размеры молекул и атомов много меньше расстояний между ними;
- 2) взаимодействие между частицами газа осуществляется только при их соударении;
- 3) все частицы находятся в свободном, хаотическом, тепловом движении.

Состояние газовой среды характеризуется рядом параметров:

- 1) V – объем, который занимает газ;
- 2) T – температура, характеризующая тепловое движение;
- 3) n – концентрация (число частиц, находящихся в элементарном объеме);
- 4) p – давление (сила воздействия газа на стенки сосуда, ограничивающего объем).

При хаотическом движении молекул газа их скорости различны как по величине, так и по направлению. В «идеальном газе» распределение молекул по скоростям (энергиям) подчиняется статистике Максвелла-Больцмана. Основные уравнения этой статистики даны в курсе физики. Мы рассмотрим только функцию распределения молекул по скоростям и основные скорости.

Любая равновесная газовая среда, включая воздух, описывается рядом параметров, используемых при расчетах характеристик электрического разряда в газе. Такими параметрами являются: концентрация молекул или атомов газа — n , равная числу частиц в единице объема, давление газа p , температура газа T . Эти величины связаны уравнением состояния $p=nkT$ (1), где k — постоянная Больцмана, $k = 1,380 \times 10^{-23}$ Дж/град.

При давлении $p_0 = 1$ атм = 760 мм рт.ст. и температуре $T_0 = 0$ С = 273 К плотность любого газа имеет вполне определенное значение, называемое числом Лошмидта, $n_0 =$

$2,687 \times 10^{19} \text{ 1/cm}^3$. Тогда при любом другом давлении и температуре $n=n_0(pT_0)/(p_0T)$ или $n=(273p)/(273+T_1)p_0$ (2), если температура T_1 в (2) имеет размерность градусов Цельсия.

Под воздействием электрического поля в газе начинаются электрофизические процессы, которые могут привести к развитию электрического разряда. В общем случае электрический разряд — это процесс образования под действием приложенного поля такого состояния в ограниченной области газа, при котором в этой области в результате многих процессов, включая ионизацию молекул, резко возрастает количество заряженных частиц (электронов и ионов) и возникает хорошо проводящий канал.

Характер процессов, ведущих к разряду, их интенсивность, форма разряда зависят не только от напряжения U , приложенного к газовому промежутку, но — в первую очередь — от конфигурации электрического поля и распределения в нем напряженности поля

$$E = -d\phi/dx \quad (3)$$

Различают однородные, слабо-неоднородные поля и резко-неоднородные поля. В первых двух случаях отношение максимальной напряженности поля в промежутке к ее среднему значению, называемое коэффициентом неоднородности поля k_n , составляет 1 (однородное поле) или не превышает 1,3-1,5 (слабо-неоднородное поле). В однородном поле $E=U/d$. В случае большого коэффициента.

2. Влияние диоксида углерода на сохранность продукта

Хранение пищевых продуктов в атмосфере углекислого газа повышает их стойкость. Оно основано на способности углекислого газа подавлять развитие плесеней и бактерий. С повышением концентрации углекислого газа продолжительность хранения мяса увеличивается, но при концентрации CO_2 выше 20% цвет мяса становится серым или бурым, говяжий жир обесцвечивается.

Чтобы цвет мяса не изменялся, применяют оптимальную концентрацию CO_2 — 10%. При такой концентрации продолжительность хранения охлажденного мяса повышается в 2 раза.

Изменение цвета мяса под влиянием CO_2 обусловлено превращением оксимиоглобина в метмиоглобин; при высокой концентрации CO_2 эта реакция ускоряется. CO_2 сообщает мясу кисловатый привкус, который легко исчезает при непродолжительном выдерживании мяса на воздухе.

Продолжительность хранения в атмосфере CO_2 продуктов, подвергнутых термической обработке, например вареного и жареного мяса, при $18-20^\circ$ увеличивается в 5—10 раз, вареных колбас при $14-16^\circ$ — в 2 раза.

При 100%-ном содержании CO₂ бекон хранится в течение 4—6 месяцев без изменения органолептических свойств.

1. 2 Лекция №2 (2 часа).

Тема: «Хранение в РГС»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Хранение плодов в РГС
2. Способы хранения плодов в РГС
3. Состав газовой среды при хранении в РГС

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Хранение плодов в РГС

Основной формой взаимодействия плодов и овощей с окружающей средой является процесс дыхания. Во время хранения выделяется теплота дыхания. Однако в воздух выделяется не все тепло, так как часть его используется клеткой для обменных реакций и на процесс испарения, часть запасается в виде химически связанной энергии.

Биологическая роль дыхания состоит в том, чтобы обеспечивать живые ткани плодов и овощей энергией, необходимой для их жизнедеятельности. Наряду с испарением влаги процесс дыхания неизбежно сопровождается убылью массы плодов и овощей. Поэтому такие потери называются естественными. Их можно снизить путем регулирования интенсивности дыхания и испарения влаги, что имеет важное практическое значение.

Хранение в обычных условиях предполагает обычную воздушную среду с нормальным содержанием в атмосфере кислорода (21%), углекислого и других газов. Хранением в регулируемой газовой среде считают хранение плодов в среде с определенной концентрацией CO₂ и кислорода при определенной температуре. При этом тот или иной газовый режим подбирается таким образом, чтобы сохранить нормальный дыхательный газообмен, а также правильное соотношение между температурой и состоянием плодов. Плоды, помещенные в замкнутую среду, благодаря естественному дыхательному обмену изменяют парциальное давление CO₂ и кислорода в окружающей атмосфере. По мере хранения плодов количество кислорода в атмосфере снижается и соответственно снижается его парциальное давление. В этой связи дыхание плодов замедляется.

Концентрация CO₂ при этом возрастает. Но слишком низкое содержание в окружающей среде кислорода и высокое содержание CO₂ (более 10%) может вызвать

физиологические расстройства. В регулируемой газовой среде по сравнению с хранением в обычной воздушной среде лучше сохраняется качество плодов, дольше сохраняется зеленая окраска, замедляются гидролитические процессы распада протопектина (плоды дольше остаются твердыми). CO_2 и кислород влияют также на биосинтез этилена в плодах и его биологическое действие на процессы созревания. Для образования этилена и активного его воздействия на процессы дозревания необходимо высокое содержание кислорода в окружающей среде (то есть достаточное парциальное давление кислорода). При низком парциальном давлении кислорода плоды не дозревают даже в присутствии этилена, поэтому для нормального дозревания плодов (томатов, бананов и т.д.) должен быть свободный доступ воздуха. Для замедления процессов дозревания и удлинения сроков хранения плодов с одновременным сохранением их высокого качества необходимо создавать соответствующий каждому сорту газовый режим хранения.

2. Способы хранения плодов в РГС

Существует несколько способов хранения плодов в регулируемой газовой среде:

1. В холодильных камерах с РГС.

2. В полимерных пленках.

3. В полиэтиленовых контейнерах с диффузионными вставками.

1. Регулирование состава газовой среды в холодильных камерах может производиться при помощи скрубберов - специальных очистителей, поглощающих избыток CO_2 .

В скруббере воздух из камеры может циркулировать по замкнутому кругу, снижая содержание CO_2 , например, до 3-5%. Углекислый газ, поглощенный скруббером, замещается почти таким же объемом воздуха и, благодаря этому концентрация кислорода в камере достигает требуемого уровня. Другой способ регулирования газовой среды в камерах заключается в использовании газообменника-диффузора, устанавливаемого рядом с камерой с РГС в смежном помещении. Основной частью диффузора-газообменника являются силиконово-каучуковые пленки, обладающие селективной способностью к отдельным газам, то есть большей проницаемостью для CO_2 и меньшей для кислорода и азота. Силиконово-каучуковые пленки образуют параллельно расположенные каналы, через которые циркулирует воздух из камер при помощи встроенных в воздуховоды вентиляторов. Через силиконово-каучуковые пленки благодаря диффузии происходит вывод в атмосферу избытка CO_2 , этилена и вредных пахучих веществ. Из атмосферы, в свою очередь, в камеру поступает небольшое количество кислорода (воздуха). В результате разной проницаемости отдельных газов через

силиконово-каучуковые пленки в герметичной камере создается определенная концентрация CO_2 , кислорода и азота. Для быстрого создания нужного газового режима в камеру иногда сразу вводят большое количество азота, и тогда концентрация кислорода в атмосфере камеры быстро снижается до нужного уровня. Хранение плодов в камерах с РГС осуществляется при температуре 0...+4 °С и относительной влажности воздуха 90-95%. Содержание CO_2 и кислорода в атмосфере камеры проверяется и регулируется газоанализаторами, которые управляют автоматически работой скрубберов или диффузоров. После достижения необходимой концентрации CO_2 камеры переводятся на заданный газовый режим путем включения установки (скрубберов или диффузоров), при этом избыток CO_2 удаляется, а содержание кислорода продолжают снижать до требуемого уровня. Необходимая газовая смесь CO_2 и кислорода в камере устанавливается спустя 3-4 недели после закрытия камеры, а иногда и больше. Содержание углекислого газа в регулируемой среде в большинстве случаев поддерживают 5% и выше, кислорода - 10-13%. Минимальное содержание кислорода в искусственно создаваемой газовой среде должно быть не ниже 2%, а максимальное количество CO_2 не выше 10%.

Простейшей разновидностью газового хранения плодов является использование синтетических полимерных пленок (полиэтилена и др.), селективно проницаемых для газов. В пакетах из полиэтилена, в которые помещают плоды, естественным путем создается определенная газовая среда, увеличивается концентрация CO_2 и снижается содержание кислорода благодаря дыханию самих плодов. Через пленку происходит диффузия газов: CO_2 диффундирует в окружающую среду со скоростью, величина которой определяется разницей между концентрациями CO_2 внутри и снаружи пленочной упаковки, а также газопроницаемостью пленки и величиной площади поверхности упаковки. Диффузия кислорода внутрь пакета возрастает по мере потребления его плодами в процессе дыхания. Обычно проницаемость пленок для CO_2 в 2-5 раз выше, чем для кислорода. Благодаря этому для CO_2 раньше достигается равновесная концентрация, чем для кислорода. Степень испарения влаги можно регулировать перфорацией пленки, причем количество и размеры ячеек (отверстий в пленке) обусловливаются видом плодов и овощей и условиями хранения в розничной торговле. 3.

Существует несколько способов хранения плодов и овощей в пленках:

- в ящиках или контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами;
- в ящиках с плодами, завернутыми в пленку;
- в штабелях, укрытых сверху пленкой;
- в полиэтиленовых контейнерах (крупных мешках) с диффузионными вставками.

- Ящики и контейнеры предварительно выстилают полиэтиленовыми вкладышами (мешками) по форме тары. Контейнеры из полиэтилена толщиной 150-180 мкм и емкостью от 0,3 до 1 Т плодов представляют собой большие мешки, в одной из стенок которых вставлена силиконовая (диффузионная) пленка заданного размера. Силиконовая пленка пропускает CO₂ в 5-6 раз быстрее, чем кислород, благодаря чему в контейнерах возникает желаемый газовый режим. Опыты показывают, что яблоки в таких контейнерах сохраняются на 5-6 недель дольше, чем при обычном хранении в холодильниках. Недостатком этого способа является образование конденсата на внутренней поверхности пленки, если не до конца удалить теплоту дыхания. Поэтому очень важно плоды перед загрузкой в контейнеры охлаждать и строго регулировать температуру хранения, не допуская резких перепадов температуры внутри и в окружающей атмосфере.

3. Состав газовой среды при хранении в РГС

Состав газовой среды в герметических камерах холодильников регулируют различными способами:

- вводят готовую охлажденную смесь газов,
- используют специальные установки — газогенераторы, скруббера или газообменники-диффузоры.

В первом случае смесь газов получают сжиганием природного или сжиженного газа в бестопочной камере сгорания газогенератора в присутствии катализатора. Такие аппараты позволяют создать за короткий срок газовые смеси, неодинаковые по содержанию кислорода, диоксида углерода и азота. Однако полученная газовая среда содержит следы пропана, этилена, этана, пропилена, окиси углерода и других газов, способных стимулировать процессы созревания плодов и тем самым сокращать продолжительность их хранения.

Применение скрубберов и газообменников-диффузоров теснейшим образом связано с газообменом, протекающим в плодах. Диоксид углерода, накапливающийся в герметических условиях хранения как продукт дыхания, частично удаляется из камер. При использовании скрубберов газовая среда из камер хранения с помощью вентиляторов поступает в декарбонизатор, содержащий один из сорбентов диоксида углерода. В качестве сорбентов используют поташ, кальцинированную соду, диэтаноламин и др.

Приведем одну из таких реакций, имеющих обратимый характер: K₂CO₃ + CO₂ + H₂O = 2НKCO₃.

Состав газовой среды регулируют по мере надобности автоматически, сорбент регенерируют простой аэрацией.

Более распространена и удобна система регулирования газовой среды с использованием газообменников-диффузоров, снабженных фильтрами из силиконово-каучуковой пленки (диметил-полисилоксана). Она обладает неодинаковой проницаемостью для различных газов. Пленка повышенна проницаема для диоксида углерода, в меньшей степени для кислорода и очень мало для азота. Газовая смесь из камер в диффузор и обратно циркулирует с помощью вентиляторов через систему трубопроводов, соединяющих камеру с диффузором.

Благодаря созданию в нашей стране новых высокопроницаемых и селективных кремнийорганических газоразделительных мембран освоено серийное производство газоразделительных установок для формирования и автоматического регулирования состава газовой среды в холодильных камерах. Разработаны установки типа БАРС (блок автоматического регулирования газовой среды) на объем хранимой продукции до 1000 т.

Принцип действия их основан на различной скорости проникновения компонентов газовой среды через полимерную мембрану в результате изменения парциальных давлений газов с обеих сторон мембран. Установка быстро изменяет газовый состав среды до заданных концентраций и работает в автоматическом режиме.

После загрузки камеры хранилища плодами включают установку. При помощи вентиляторов газовая среда циркулирует из камер через мембранные аппараты. В каждом из аппаратов входящий поток разделяется на два. Из аппаратов в атмосферу вакуум-насосами отводится газовый поток, обогащенный кислородом, в камере над мембраной формируется второй, обогащенный азотом. После снижения концентрации кислорода в камере до 4...6% установку выключают и в течение 2...4 сут в результате дыхания плодов в камерах происходит дальнейшее снижение содержания кислорода и накопление диоксида углерода.

Когда концентрация последнего достигает верхнего допустимого значения, установка включается в режим автоматического регулирования состава газовой среды. Из камер выводится избыток диоксида углерода и вводится необходимое количество кислорода. Газовая среда циркулирует только через газообменник, из которого в атмосферу выводится диоксид углерода.

Разработаны типовые проекты холодильников с РГС в камерах вместимостью 500...10 000 т, с цехами товарной обработки и установками для получения и регулирования газовых сред. В камерах автоматически поддерживают: температурный режим $-1...4\pm0,5^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха $85...97\pm 1...2\%$, РГС ($\text{CO}_2=5\pm1\%$, $\text{O}_2=3\pm1\%$). Плоды помещают в камеры предварительного охлаждения или камеры хранения, где их 20 ч охлаждают до температуры $0...1^{\circ}\text{C}$.

При формировании и корректировании режима состав газовой среды проверяют ежечасно, затем не реже двух раз в сутки. Для контроля за сохранностью продукции, взятия проб, осмотра воздухоохладителей и ухода за психрометром персонал входит в камеры с РГС со специальным дыхательным аппаратом, двусторонним переговорным устройством и спасательным шнуром, на минимально короткий срок.

Вход в камеры с газовой средой менее двух человек запрещен. Снаружи около люка должен находиться один человек с дыхательным аппаратом, баллонами сжатого воздуха (АСВ-2) или кислорода (КИП-8), рассчитанными на 30 мин. Без дыхательного прибора в камеры разрешено входить при концентрации кислорода 20%.

Перед выгрузкой продукции газовую среду из камер удаляют через сбросные трубопроводы сборно-сбросных коллекторов. Ее вытесняют атмосферным воздухом без пуска в работу всей установки. Наличие нормальных условий для работы персонала устанавливают по показаниям газоанализатора.

Хранение яблок в РГС - один из самых эффективных методов хранения. В РГС предупреждаются низкотемпературные заболевания, лучше сохраняются вкус, аромат и консистенция. Потери снижаются в два-три раза, сроки хранения увеличиваются в полтора - два раза.

1. 3 Лекция №3 (2 часа).

Тема: «Хранение в МГС»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Состав газовой среды при хранении в МГС
2. Способы хранения плодов в МГС

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Состав газовой среды при хранении в МГС

Газообразная смесь любого состава внутри упаковки приводит к резкому снижению скорости процесса «дыхания» продукта (газообмен с окружающей средой), замедлению роста микроорганизмов и подавлению процесса гниения, следствием чего является увеличение срока хранения продукта в несколько раз.

Различают следующие способы упаковки продуктов в газовой среде

- в среде инертного газа (N₂, CO₂, Ar);
- в регулируемой газовой среде (РГС), когда состав газовой смеси должен изменяться только в заданных пределах, что требует значительных расходов на обеспечение оптимальных условий хранения продукции;

- в модифицированной газовой среде (МГС), когда в начальный период в качестве окружающей среды используется обычный воздух, а затем, в зависимости от природы хранящихся продуктов и физических параметров окружающей среды, устанавливаются модифицированные условия хранения продуктов в атмосфере различных по составу смесей.

Из соображений технологичности, экономичности и сохранности продукта наибольшее распространение получила упаковка в МГС.

Основными компонентами системы МГС являются чистые газы: двуокись углерода высокой чистоты, медицинский кислород и азот высокой чистоты.

Двуокись углерода имеет свойство подавлять рост бактерий. Срок хранения упакованного в МГС продукта значительно увеличивается, если воздействие CO_2 на микроорганизмы происходило на ранних стадиях их развития. Углекислый газ отличается также сильными ингибиторными свойствами. Механизм ингибиторного действия CO_2 на анаэробные микроорганизмы еще не полностью изучен, однако опытные данные показывают, что кроме фактора удаления кислорода здесь присутствуют также и другие важные факторы. Наличие CO_2 , особенно в продуктах, содержащих большее количество воды, снижает их pH за счет образования угольной кислоты. При высоких концентрациях CO_2 и наличии большого количества воды внутри продукта имеется вероятность появления кислого привкуса в поверхностном слое продукта.

Азот, не оказывая ингибиторного действия на микроорганизмы, непосредственно не влияет на стабильность упакованного продукта. Однако применение этого газа для «промывки» упаковки перед ее наполнением смесью газов и запечатыванием обеспечивает максимально возможное удаление остатков кислорода и тем самым противодействует развитию анаэробных бактерий, а также предохраняет от окисления жиры. При более высоком содержании азота в упаковке легче поддерживать постоянную концентрацию смеси газов в связи с тем, что парциальные давления N_2 внутри упаковки и в атмосферном воздухе ближе к состоянию равновесия. В случаях, когда требуется более высокое содержание азота, необходимо учесть экономический фактор, связанный с более низкой ценой N_2 по сравнению с другими инертными газами.

При упаковке многих продуктов можно избежать присутствия в МГС **кислорода**, ответственного за процессы окисления и прогоркности жиров, а также порчи продуктов в результате роста анаэробных бактерий. Однако бывают случаи, когда рекомендуется, чтобы содержание в упаковках кислорода, участвующего, например, в энзиматическом окислении свежего мяса, было достаточно высоким. Сохранение ярко-красного цвета говядины, ассоциируемого с ее свежестью, и являющегося следствием окисления

миоглобина пурпурно-красного цвета, характерного для свежего мяса, и появления оксимиоглобина, требует высокой концентрации O_2 в упаковке. Входящий в реакцию кислород расходуется, и его количество в упаковке уменьшается. В системе МГС особенно важен правильный выбор доли кислорода в смеси.

Пищевые продукты можно условно разделить на две группы: «дышащие» (с биохимической метаболической активностью) и «не дышащие» (приготовленные блюда, пасты и др.). В зависимости от этого рекомендуют условия хранения продукта и состав МГС.

При упаковке «дышащих» и «не дышащих» продуктов состав газовой среды существенно отличается: для свежих мясных продуктов, с целью сохранения исходного красного цвета, в смеси указанных газов должно быть повышенное содержание O_2 и CO_2 , а при упаковке свежих фруктов и овощей пониженное содержание O_2 и повышенное содержание CO_2 , так как снижение доли кислорода и повышение содержания углекислого газа замедляют созревание фруктов, задерживают появление мягкости и снижают скорость химических реакций, сопровождающих созревание. Однако при сверхнизком содержании O_2 может появиться анаэробное дыхание и нежелательный запах (вследствие накапливания молекул этанола и ацетальдегида). Повышенное содержание O_2 приводит к появлению ожогов на фруктах и коричневых пятен на других продуктах растительного происхождения.

Упаковка в МГС производится на автоматических упаковочных линиях, работающих по схеме: **изготовление – заполнение – герметизация**. Линии выполняет несколько функций: нагрев полотна упаковочного материала, термоформование упаковки, заполнение полостей упаковки продуктом, вакуумирование упаковки, заполнение свободного объема МГС, герметизация упаковки. Машина обеспечивается системой подачи МГС через смеситель газов или непосредственно из баллона с готовой смесью. Применение термоусадочной пленки упрощает процесс упаковки в МГС, так как исключает приготовление пакетов и лотков заранее. Усаживаемая при нагреве пленка обладает высокой кислородонепроницаемостью даже в атмосфере с повышенным содержанием O_2 , высокой ароматонепроницаемостью и хорошо сохраняет первичный цвет свежего мяса и витамин С в сухих концентратах фруктовых соков. Этот способ упаковки является одним из основных, так как охватывает большой ассортимент продуктов, эффективен, экономичен и значительно повышает срок хранения продуктов.

2 Способы хранения плодов в МГС

При хранении в емкостях из пленок накопление диоксида углерода и снижение концентрации кислорода происходит естественным путем вследствие дыхания плодов. Оно не поддается точному регулированию, однако газовый состав атмосферы внутри упаковок можно частично менять подбором различных пленок, изменением вместимости упаковок и температуры.

Существует несколько способов хранения плодов в полимерных селективно-проницаемых пленках:

- в мелких упаковках (полиэтиленовых пакетах и мешках);
- в ящиках с полиэтиленовыми вкладышами;
- в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами;
- в контейнерах-мешках с диффузионными вставками;
- под полиэтиленовыми накидками с силиконовыми вставками.

При хранении в *мелких упаковках* укладывают в узкие полиэтиленовые пакеты вместимостью 1...3 кг, которые затем герметизируют (запаивают). В результате срок хранения яблок и груш увеличивается, потери массы сокращаются. Лишь плоды некоторых сортов непригодны для хранения в полиэтиленовой упаковке.

Продолжительность хранения черной смородины и слив при температуре 1...1,5°C и относительной влажности воздуха 85..95% значительно увеличивается после закладки продукции в полиэтиленовые пакеты вместимостью 0,5; 1 и 1,5 кг.

Хранение плодов в *ящиках с вкладышами из полиэтиленовой пленки* отличается от обычной упаковки только большим размером вкладыша, рассчитанного на ящик вместимостью 20...25 кг. Перед нагрузкой плоды охлаждают до температуры 0...2°C, чтобы избежать запаривания и образования конденсата, затем закрывают вкладыши.

Состав газовой среды в первые три-четыре недели изменяется следующим образом: концентрация диоксида углерода повышается до 3...6%, содержание кислорода снижается до 6...10%. Относительная влажность воздуха достигает 90...95% и более. Способ не требует герметизации помещения, его можно применять в обычных холодильных камерах.

В контейнеры с полиэтиленовыми вкладышами плоды загружают непосредственно в саду. На дно контейнера насыпают небольшой слой стружки, внутрь его помещают полиэтиленовый вкладыш, в который и загружают отсортированную продукцию. Автопогрузчиками контейнеры отвозят в хранилище. Первые три дня вкладыши держат открытыми для лучшего охлаждения и испарения влаги с плодов. Потом пленку плотно заправляют за края контейнера или заклеивают липкой лентой. С

помощью электропогрузчиков контейнеры устанавливают в камере холодильника высотой в три—шесть рядов.

В контейнерах чаще всего создается следующая газовая смесь (%): CO_2 — 3...6, O_2 — 7...11, N_2 — 83...90. Температуру в камере поддерживают на уровне 0°C , в контейнерах она достигает 1°C . Данный способ **экономически выгоден** в результате сокращения затрат при упаковывании и транспортировании плодов из сада, лучшего использования объема хранилищ, сокращения потерь массы и повышения качества продукции. Хранение плодов в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами значительно сокращает естественную убыль и сохраняет высокую сортность партии.

Перед реализацией во всех случаях хранения в пленках после выгрузки из холодильника пакеты, ящики или контейнеры с продукцией сразу раскрывают во избежание образований конденсационной влаги.

Плоды хранят в **больших полиэтиленовых контейнерах** (мешках) с **диффузионными вставками** (окнами) из специальной силиконо-каучуковой ткани (эластомера), обладающей селективной проницаемостью для газов. Такие контейнеры представляют собой мягкий мешок из полиэтиленовой пленки толщиной 120...200 мкм. В одной из боковых сторон на половине высоты вмонтирована диффузионная вставка. На дно контейнера с помощью электропогрузчика помещают поддон с несколькими ящиками, затем стенки контейнера поднимают и расправляют, после устанавливают второй поддон с ящиками и т. д. Верхнюю, свободную часть контейнера завязывают бечевкой. Загруженные контейнеры устанавливают в штабель высотой в три ряда.

Газовый режим в контейнерах стабилизируется в течение трех-четырех недель после загрузки. Каждые 4...5 суток проверяют состав газовой среды.

Разгружают контейнеры после того, как плоды постепенно приспособятся к естественной атмосфере. Контейнеры развязывают, открывают верхнюю часть и оставляют в камере на 5...7 суток, затем опускают края контейнера до поддона и вновь выдерживают 3...4 сут. После плоды направляют на реализацию.

Плоды, упакованные в ящики с полиэтиленовыми вкладышами и штабеля под полиэтиленовыми накидками, **сохраняют более стабильно** сухие вещества, сахара, органические кислоты, характеризуются большим количеством витамина С и плотной консистенцией.

На предприятиях многих регионов страны таким способом ежегодно хранят около 100 тыс. т моркови, капусты и яблок. Использование полезной площади холодильных камер при этом составляет не менее 88 %. По сравнению с обычным хранением в холодильнике способ обеспечивает сокращение потерь, в том числе в результате

уменьшения естественной убыли массы, в полтора—два раза. Выход товарной продукции после 7...8 мес. хранения овощей достигает 85..96 %.

1. 4 Лекция № 4 (4 часа).

Тема: «Подготовка хранилищ к приему нового урожая»

1.4.1 Вопросы лекции:

1. Подготовка хранилищ
2. Дезинфекция хранилищ

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Подготовка хранилищ

Важным этапом единого технологического процесса, от которого также зависит сохраняемость продукции, является подготовка хранилищ к сезону закладки.

Проведение подготовительных мероприятий обеспечивает санитарно-гигиенический режим хранилищ, предупреждает поражение продукции микроорганизмами, вредителями и грызунами, позволяет поддерживать санитарно-гигиенический режим во время хранения.

Подготовка хранилищ к сезону хранения начинается сразу же после выгрузки продукции из хранилища. При этом удаляются все остатки продукции урожая прошлого года, пустая тара, вывозятся отходы, земля, очищаются вентиляционные каналы, особенно в хранилищах с активной вентиляцией. После очистки хранилища просушиваются, производится текущий или капитальный ремонт.

Производят утепление стен, потолка (при необходимости), дверей, люков, вытяжных вентиляционных шахт. В охлаждаемых хранилищах проверяют герметизацию дверей во избежание потерь холода.

Одновременно проверяется работа холодильного и вентиляционного оборудования, устраняются все неполадки, в том числе заделываются все щели и отверстия, через которые возможна утечка нагнетаемого в насыпь воздуха. Производится удаление ржавчины и окраска масляной краской оборудования. При необходимости заменяется оборудование, пришедшее в негодность.

Территория вокруг хранилищ очищается, проверяются и налаживаются водоотводы и водосточные системы хранилищ.

2. Дезинфекция хранилищ

После завершения ремонта за месяц до закладки оборудование и складские помещения дезинфицируют раствором формалина из расчета 20–40 мл на 1 м². Готовят формалин разбавлением 1 л 40%-ного раствора в 39 л воды. Стены, потолок, пол хранилища, тару и оборудование можно обрабатывать раствором формалина при помощи машинных опрыскивателей. Для дезинфекции можно применять также известковое молоко, хлорную известь (3–4%-ный водный раствор). Известковое молоко готовят из расчета 250 кг на 1000 л воды. Рекомендуется добавлять до 3% железного купороса или 5–10% формалина. Известковым молоком производят побелку стен, потолка, стенок закромов, а пол посыпают гашеной известью. Сухая дезинфекция камер может проводиться окуриванием хранилищ сернистым ангидридом, который получают путем сжигания в жаровнях на раскаленных углях, смоченной керосином, размельченной черенковой или комовой серы из расчета 100 г на 1 м³ объема помещения. После обработки формалином, сернистым ангидридом, известковым молоком и хлорной известью хранилища плотно закрывают на 48 ч, а затем помещение проветривают.

Для улучшения санитарного состояния воздуха в камерах рекомендуется проводить их предварительное озонирование (концентрация 10–12 мг/м³) в течение 48 ч или при концентрации 20–30 мг/м³ в течение 10 ч с последующей двухчасовой вентиляцией. Дезинфекция тары может осуществляться путем ее мойки и просушки на солнце.

При подготовке хранилищ к закладке продукции истребляют мышевидных грызунов путем раскладки отравленных приманок, которые раскладывают в закрытых мелких ящиках с отверстиями для грызунов. Для приготовления приманок применяют углекислый барий, зоокумарин, рабиндан-1 и рабиндан-2, добавляя к муке, зерну, каше, хлебным крошкам, вареным овощам. Ходы, проделанные грызунами, заделывают цементом в смеси с песком и толченым стеклом. Отверстия для приточной вентиляции и другие возможные ходы для грызунов защищают мелкой металлической сеткой с ячейками не более 0,5 см ГОСТ 28275-94.

1. 5 Лекция № 5 (4 часа).

Тема: «Учет продукции, заложенной на хранение»

1.5.1 Вопросы лекции:

- 1.Причины уменьшения массы плодов, овощей и корнеплодов в процессе хранения
- 2.Нормы естественной убыли при хранении, факторы

3. Технический брак и отход продукции при хранении

1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Причины уменьшения массы плодов, овощей и корнеплодов в процессе хранения

Потери массы и качества овощей, плодов и картофеля при хранении различны. Они подразделяются на следующие категории: естественная убыль массы при дыхании и транспирации; потери, вызванные грибными болезнями и физиологическими заболеваниями; потери качества. К категории естественной убыли можно отнести такие явления, как потеря массы, уменьшение размера, увядание, уменьшение содержания питательных веществ. К категории болезней хранения относят грибные болезни, физиологические нарушения внешние, физиологические нарушения внутренние. К потерям качества принято относить ухудшение вкуса, цвета и запаха продукции, ухудшение консистенции мякоти, механические повреждения.

При правильной организации хранения потери в основном происходят в результате дыхания объектов и частичного испарения из них влаги. Потери массы в результате дыхания и испарения влаги можно снизить, соблюдая правила подготовки продукции к предполагаемому способу хранения и поддерживая оптимальные режимы влажности и температуры воздуха.

Величина потерь массы зависит и от вида закладываемой на хранение продукции. У различных видов плодов и овощей соотношение потерь в результате расхода питательных веществ на дыхание в суммарных потерях их массы неодинакова. На 70...90 % естественная убыль обусловлена потерями воды и на 10...30% — сухих веществ.

2. Нормы естественной убыли при хранении, факторы

Под естественной убылью свежих картофеля, овощей и плодов следует понимать уменьшение их массы в процессе хранения вследствие потери сухих веществ на дыхание и частичного испарения влаги. В нормы естественной убыли не входят потери, образующиеся вследствие повреждения тары, а также брак и отходы, получаемые в процессе хранения и товарной обработки плодов, овощей и картофеля.

Нормы естественной убыли не применяют: к продукции, которая учтена в общем обороте склада, но фактически на складе не хранилась; к продукции, списанной по актам вследствие порчи.

Установленные нормы являются предельными. Их применяют только в том случае, когда при проверке фактического наличия продукции оказывается недостача против учетных данных. Естественную убыль списывают с материально ответственных лиц по фактическим размерам, но не выше установленных норм. Естественную убыль продукции

можно списывать только после инвентаризации продукции на основе соответствующего расчета, составленного и утвержденного в установленном порядке. Размер фактической естественной убыли определяют по каждой партии в отдельности сопоставлением данных о количестве реализованной продукции с оприходованным количеством при полном израсходовании партии или фактических остатков, выявленных при инвентаризации, с остатками бухгалтерского учета.

Нормы естественной убыли свежих плодов, овощей и картофеля устанавливают в зависимости от типа склада (с искусственным охлаждением, без искусственного охлаждения), от способа хранения (бурты, траншеи), от вида тары и географической зоны (холодная зона, теплая зона), на каждый месяц хранения с сентября по август в зависимости от вида продукции (таблица).

3 Технический брак и отход продукции при хранении

Кроме естественной убыли потеря массы, и снижение качества продукции могут произойти в результате гниения, физиологических заболеваний и механических повреждений. Эти потери называют ненормированными. Как правило, эти отходы формируются при подготовке партий к реализации или использованию. Они делятся на абсолютный отход и технический брак.

Абсолютный отход — это отдельные экземпляры продукции, полностью пораженные болезнями или физиологическими расстройствами, а также ростки картофеля и корнеплодов, луковиц, отходы при зачистке кочанов, т.е. непригодная для использования часть продукции.

Технический брак — продукция, частично поврежденная при хранении заболеваниями, вредителями, подмороженная, сильно увядшая и т.д. После соответствующей подготовки ее можно использовать на переработку или на корм скоту. Естественно, что фактическая убыль при хранении будет больше, чем потери по нормам естественной убыли. Чтобы уменьшить убыль массы плодово-овощной продукции и сохранить качество, необходимо на длительное хранение закладывать только качественную продукцию, **поддерживать оптимальную температуру и относительную влажность воздуха**, использовать полиэтиленовые упаковки, предотвращающие излишнее испарение влаги, создавать нужный газовый режим и применять другие прогрессивные способы хранения.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1-2 (4 часа).

Тема: «Определение газовой среды в местах хранения»

2.1.1 Цель работы: Изучить методику определения газовой среды в местах хранения плодоовощной продукции

2.1.2 Задачи работы:

1. Научиться определять газовую среду в местах хранения

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2.1.4 Описание (ход) работы:

Методы хранения плодов и овощей, основанные на создании атмосферы определенного состава искусственным путем, имеют ряд преимуществ перед модифицированным газовым хранением, когда атмосфера создается за счет дыхательного газообмена самих плодов и овощей.

Прежде всего, искусственным путем очень быстро можно создать нужную газовую среду (например, за несколько часов можно снизить концентрацию кислорода до необходимого, уровня). Создание же нужной атмосферы за счет использования метаболизма самих плодов зависит в основном от температуры и требует много времени (около месяца), пока не будет достигнуто необходимое газовое равновесие. Ускорить процесс дыхания можно путем повышения температуры хранения, но это может привести к сокращению сроков хранения плодов и овощей, увеличению потерь. При этом весьма

важным фактором является и то, что камеры, в которых состав атмосферы определяется дыханием самих плодов, должны в один прием полностью загружаться и разгружаться. На практике это создает большие трудности, особенно если плоды по качеству неоднородны.

В камеры, в которых газовая атмосфера создается искусственно, продукцию можно загружать частично и реализовывать нужными партиями. Камеры, в которых газовый состав обусловлен дыханием плодов, должны быть высокогерметичными.

Использование контролируемой атмосферы особенно перспективно для хранения и транспортирования быстро-портящихся тропических плодов, которые имеют очень короткие сроки хранения, а стоят дорого. Эти плоды должны храниться при относительно высоких температурах (не ниже 10°C), так как под действием пониженных температур возникают значительные нарушения в физиологическом обмене веществ тканей. Кроме того, тропические плоды весьма болезненно реагируют на газовую атмосферу, создаваемую самими плодами путем дыхательного газообмена, ввиду серьезного нарушения физиологических процессов. Например, грейпфруты не переносят высоких концентраций углекислого газа, а также заметно реагируют на низкие концентрации кислорода, бананы очень чувствительны к высоким концентрациям кислорода.

Модифицированная газовая среда в отличие от регулируемой создается путем накопления углекислого газа, выделяемого при дыхании плодов и овощей. При этом поглощается кислород, количество которого постоянно снижается.

Все способы хранения плодово-овощной продукции, основанные на ограниченном доступе воздуха (глухие бурты, траншеи, ямы, хранение в закрытых сосудах, в полимерной упаковке, пескование и т. п.), могут быть отнесены к хранению с применением модифицированной газовой среды.

Хранение в модифицированной газовой среде (МГС) относится к числу древнейших методов, применяемых еще в Древней Греции и Риме. Модифицированная газовая среда создавалась в амфорах, куда укладывались плоды.

Амфоры с залитыми воском горлышками устанавливали в большие ямы и засыпали зерном. МГС создавалась при дыхании плодов. Кроме того, быстрейшему накоплению углекислого газа, по-видимому, способствовало образование углекислоты при дыхании зерна. Таким образом, в течение многих месяцев сохраняли яблоки, груши, персики.

В России издавна хранили овощи в ямах, глухих, непроветриваемых траншеях, где также создавалась атмосфера с повышенным содержанием углекислого газа.

В современных условиях, когда объемы закладываемой на хранение продукции резко возросли, уже невозможно использовать вышеуказанные методы, требующие больших затрат ручного труда. Поэтому отошло в прошлое или используется в небольших

масштабах хранение овощей в глухих траншеях, буртах, ямах, с пескованием, а применяются полимерные материалы.

Для создания модифицированной газовой среды используют два основных полимерных материала — полиэтиленовую пленку и газоселективную силиконовую ткань.

2.2 Лабораторная работа № 3-4 (4 часа).

Тема: «Создание нормальной газовой среды для хранения картофеля»

2.2.1 Цель работы: Изучить методику создания нормальной газовой среды для хранения картофеля

2.2.2 Задачи работы:

1. Познакомиться с методикой создания нормальной газовой среды для хранения картофеля

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2.2.4 Описание (ход) работы:

Группа изобретений относится к области хранения сельскохозяйственной продукции в регулируемой газовой среде и может быть использована, в частности, в технологии хранения картофеля в типовых картофелехранилищах, фермерских хозяйствах. Способ хранения картофеля в регулируемой газовой среде осуществляют путем предварительной обработки клубней картофеля 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в герметичной полиэтиленовой емкости. Емкость имеет впускной клапан и снабжена комбинированным клапаном для контроля за газовой средой и ее регулирования путем удаления избыточного количества углекислого газа, при поддержании температуры хранения $4\pm1^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $90\pm3\%$. Данный способ и устройство для его осуществления способствуют сохранению картофеля, исключают возможность образования гнили и позволяют сократить потери питательных веществ при одновременном сохранении товарного вида клубней.

Группа изобретений относится к области хранения сельскохозяйственной продукции и других биологических объектов растительного происхождения в регулируемой газовой среде с помощью устройства и может быть использована, в частности, в технологии хранения картофеля в типовых картофелехранилищах, фермерских хозяйствах.

Известен способ хранения биологических объектов в регулируемой газовой среде, при котором устанавливают зависимость коэффициента дыхания данных объектов от содержания кислорода и диоксида углерода в камере анализатора и на основе полученных данных автоматически создают газовую среду заданного состава в герметичной камере, в которой хранят биологические объекты.

Недостатком этого способа является использование дорогостоящих герметичных камер для хранения продукции в РГС и значительные эксплуатационные издержки, связанные со стоимостью контрольно-измерительной аппаратуры.

Известно, что положительный результат хранения овощной продукции получается при использовании герметичных полиэтиленовых пакетов толщиной 30-60 мкм, заполненных под давлением газообразным азотом.

Однако и такой способ хранения овощной продукции не позволяет полностью сохранить ее качество, так как из-за невозможности регулирования состава газовой среды происходит постепенное накопление углекислого газа в пакетах, что приводит к потемнению растительной ткани и потере товарного вида продукции.

Известно, что картофель относится к культуре, очень чувствительной к высокому содержанию углекислого. Также при снижении содержания кислорода ниже 2-1,5% усиливается интрамолекулярное дыхание, которое приводит к развитию физиологических заболеваний. Поэтому при хранении картофеля в РГС в полиэтиленовых пакетах необходимо контролировать содержание CO_2 , который накапливается в результате естественного дыхания клубней, чтобы его концентрация не достигала выше допустимого предела в 3,8%, рассчитанного согласно коэффициенту дыхания ($\text{КД}=1$, а концентрация O_2 не опускалась ниже 2,1%].

Задачей предлагаемой группы изобретений является разработка экономичного способа хранения картофеля в регулируемой газовой среде (РГС) в герметичной полиэтиленовой емкости и устройства для его осуществления, что позволит сохранить товарный вид и питательные вещества в клубнях картофеля.

Технический результат от использования изобретений позволит осуществить длительное хранение картофеля с наименьшими потерями сухих веществ, крахмала, белка, витамина С за счет замедления биологических процессов, т.е. продления периода покоя клубней.

Технический результат достигается тем, что в способе хранения картофеля в регулируемой газовой среде с устройством для его осуществления, в емкости, имеющей впускной клапан, основанный на вытеснении атмосферного воздуха азотом, перед укладыванием картофеля в полиэтиленовую емкость, снабженную комбинированным

клапаном, клубни обрабатывают 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в виде аэрозольного мелкодисперсного облака, высушивают и герметично закрывают, затем удаляют через комбинированный клапан при помощи вакуумного насоса атмосферный воздух, при этом состав газовой среды внутри полиэтиленовой емкости поддерживается в соотношении: концентрация $\text{CO}_2 < 3,8\%$, а концентрация $\text{O}_2 > 2,1\%$, остальное - азот, при температуре хранения 4°C и относительной влажности воздуха $90\pm 3\%$.

Для осуществления способа хранения картофеля в регулируемой газовой среде с помощью устройства устанавливают в нижней части боковой поверхности, примыкающей к донной части емкости, комбинированный клапан, состоящий из корпуса, в котором размещен поршень, с возможностью перекрытия сбросного отверстия для исключения поступления атмосферного воздуха в герметичную емкость, и выполненного в поршне впускного отверстия, внутри которого свободно установлен шток с клапаном, возвратной пружиной и регулировочной шайбой, которая имеет возможность перемещения по резьбе штока.

В способе хранения картофеля в регулируемой газовой среде и устройстве для его осуществления через каждые 15 дней производят контроль состава газовой среды через комбинированный клапан газоанализатором и при превышении содержания CO_2 более 3,8% и понижении содержания O_2 до 2,1% производят регулирование газовой среды путем удаления избыточного количества углекислого газа, подкачивание азота и атмосферного воздуха.

Способ осуществляют следующим образом.

Клубни картофеля перед закладкой на хранение однократно обрабатывают 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в виде аэрозольного мелкодисперсного облака, затем высушивают и укладывают в полиэтиленовую емкость с толщиной пленки 100-150 мкм, которая помещена в контейнер. Полиэтиленовая пленка стойка к действию кислот и щелочей различной концентрации (ГОСТ 10354-82. Пленка полиэтиленовая. Технические условия).

Объем емкости соответствует совокупному объему контейнера и объему, необходимому для нормального газообмена внутри емкости, который составляет не менее 15%. Контейнер является транспортной тарой и, одновременно, ограждающей и защитной конструкцией.

В полиэтиленовой емкости в отверстия необходимого диаметра предварительно установлены два клапана: впускной - в верхней части, а в нижней части, в месте примыкания боковой поверхности и дна полиэтиленовой емкости, установлен комбинированный клапан для регулирования газовой среды.

Нижнее расположение комбинированного клапана обосновано тем, что по отношению к воздуху азот немного легче воздуха, а углекислый газ тяжелее его в 1,5 раза, поэтому опускается в нижнюю часть емкости.

Затем емкость герметично закрывают и удаляют из нее атмосферный воздух при помощи вакуум-насоса через комбинированный клапан, который в процессе хранения картофеля служит устройством для контроля за составом газовой среды внутри емкости, удаления излишков CO_2 и восстановления заданных параметров газовой среды.

Герметично соединенный со стенкой полиэтиленовой емкости при помощи резиновых уплотнителей, шайбы и гайки комбинированный клапан состоит из корпуса, в котором размещен с возможностью перемещения поршень с пружиной и регулировочной гайкой, сбросного отверстия, посадочного места, причем в верхней части поршня при помощи резьбы установлен штуцер и выполнено впускное отверстие, внутри которого свободно установлен шток с клапаном, возвратной пружиной и регулировочной шайбой, которая имеет возможность перемещения по резьбе штока.

Процесс регулирования газового состава осуществляется следующим образом. Для удаления атмосферного воздуха к штуцеру комбинированного клапана подсоединяют патрубок вакуумного насоса и утапливают шток. Пружина сжимается, выпускной клапан открывает впускное отверстие, атмосферный воздух из полиэтиленовой емкости откачивается.

Чтобы избежать подсоса воздуха через выпускной клапан, к штуцеру впускного клапана подсоединяют входной патрубок баллона с техническим азотом.

Процесс откачки воздуха идет до тех пор, пока весь атмосферный воздух не будет удален.

После этого патрубок вакуумного насоса отсоединяют от штуцера комбинированного клапана и выпускной клапан возвращается под действием пружины в исходное состояние, перекрывая впускное отверстие.

Затем в полиэтиленовую емкость с картофелем через выпускной клапан поступает под давлением азот.

Емкость заполняется азотом до тех пор, пока давление в ней не достигнет критического. В этом случае поршень комбинированного клапана, сжимая пружину под действием давления, обеспечит доступ к сбросному отверстию 6, и избыток азота уйдет в атмосферу. Подача азота из баллона прекращается, давление в полиэтиленовой емкости падает, поршень 2 под действием пружины 8 возвращается в исходное положение.

Герметичная полиэтиленовая емкость заполнена газовой средой.

Патрубок баллона с азотом отсоединяют от штуцера выпускного клапана.

Наблюдение за динамикой накопления углекислого газа в полиэтиленовых емкостях при помощи газоанализатора показала, что накопление концентрации углекислого газа выше допустимого уровня 3,8%, а расходование кислорода в результате незначительного потребления клубнями на дыхание до 2,1% происходит примерно к 14-15 дню хранения картофеля в РГС. Поэтому через каждые 15 дней производят контроль состава газовой среды через комбинированный клапан газоанализатором и при превышении содержания CO_2 более 3,8% и понижении содержания O_2 до 2,1% производят регулирование газовой среды путем удаления избыточного количества углекислого газа, подкачивание азота и атмосферного воздуха через впускной клапан.

Затем снова производят измерение газового состава через 45-60 мин при помощи газоанализатора и если в составе газовой среды концентрация CO_2 уменьшается до 0,1-0,2%, кислорода составляет 4,6-3,2%, а концентрация азота достигает 95,4-96,8%, то подкачивание азота заканчивают.

Основным параметром хранения является температура $4\pm1^\circ\text{C}$, поддерживаемая в хранилище и относительная влажность воздуха $90\pm3\%$.

Клубни картофеля перед закладкой на хранение однократно обрабатывали 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в виде аэрозольного мелкодисперсного облака, затем высушивали и укладывали в полиэтиленовую емкость с толщиной пленки 150 мкм.

В полиэтиленовой емкости предварительно были установлены два клапана, в верхней части - впускной, а в нижней части в месте примыкания боковой поверхности и дна полиэтиленовой емкости находился комбинированный клапан.

Емкости герметично закрывали. Затем к штуцеру комбинированного клапана подсоединяли патрубок вакуумного насоса и откачивали из емкости атмосферный воздух до полного удаления. После этого патрубок вакуумного насоса отсоединяли от штуцера комбинированного клапана.

Чтобы избежать подсоса воздуха, через впускной клапан к нему подсоединяли входной патрубок баллона с техническим азотом и производили закачивание в емкость азота под давлением.

Емкость заполнялась техническим азотом до тех пор, пока давление в ней не достигало критического и избыток азота сбрасывался комбинированным клапаном через сбросные отверстия.

Через 60 мин производили измерение газоанализатором газового состава, в котором было 95,7% азота и 4,3% кислорода.

Далее картофель хранили при температуре $4\pm1^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $90\pm3\%$.

Через каждые 15 дней при помощи газоанализатора производили контроль состава газовой среды: через штуцер комбинированного клапана газоанализатором отбирали часть объема и при превышении содержания CO_2 более 3,8% и понижении содержания кислорода до 2,1%, производили регулирование газовой среды путем удаления избыточного количества углекислого газа, подкачивание азота и атмосферного воздуха через штуцер впускного клапана. Затем вновь производили измерение газового состава через 60 мин при помощи газоанализатора и если в составе газовой среды концентрация CO_2 уменьшалась до 0,1-0,2%, концентрация кислорода составляла 4,6-3,2%, а азота достигала 95,4-96,8%, то подкачивание азота через впускной клапан заканчивали.

Формула изобретений:

1. Способ хранения картофеля в регулируемой газовой среде в емкости, имеющей впускной клапан, основанный на вытеснении атмосферного воздуха азотом, отличающийся тем, что перед укладыванием картофеля в полиэтиленовую емкость, снабженную комбинированным клапаном, клубни обрабатывают 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в виде аэрозольного мелкодисперсного облака, высушивают и герметично закрывают, затем удаляют через комбинированный клапан при помощи вакуумного насоса атмосферный воздух, при этом состав газовой среды внутри

полиэтиленовой емкости поддерживается в соотношении: концентрация $\text{CO}_2 \leq 3,8\%$, а концентрация $\text{O}_2 \geq 2,1\%$, остальное - азот, при температуре хранения $4\pm1^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $90\pm3\%$.

2. Способ хранения картофеля в регулируемой газовой среде по п.1, отличающийся тем, что через каждые 15 дней производят контроль состава газовой среды через комбинированный клапан газоанализатором и при превышении содержания CO_2 более 3,8% и понижении содержания O_2 до 2,1% производят регулирование газовой среды путем удаления избыточного количества углекислого газа, подкачивание азота и атмосферного воздуха.

3. Устройство для хранения картофеля в регулируемой газовой среде, отличающееся тем, что содержит комбинированный клапан, состоящий из корпуса, в котором размещен поршень с возможностью перекрытия сбросного отверстия для исключения поступления атмосферного воздуха в герметичную емкость и выполненного в поршне впускного отверстия, внутри которого свободно установлен шток с клапаном,

возвратной пружиной и регулировочной шайбой, которая имеет возможность перемещения по резьбе штока.

2.3 Лабораторная работа № 5-6 (4 часа).

Тема: «Субнормальная газовая среда. Способы её достижения»

2.3.1 Цель работы: Изучить методику создания субнормальной газовой среды для хранения плодоовощной продукции

2.3.2 Задачи работы:

1. Познакомиться с методикой создания субнормальной газовой среды для хранения плодоовощной продукции

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2.3.4 Описание (ход) работы:

Группа изобретений относится к области хранения сельскохозяйственной продукции в регулируемой газовой среде и может быть использована, в частности, в технологии хранения картофеля в типовых картофелехранилищах, фермерских хозяйствах. Способ хранения картофеля в регулируемой газовой среде осуществляют путем предварительной обработки клубней картофеля 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в герметичной полиэтиленовой емкости. Емкость имеет впускной клапан и снабжена комбинированным клапаном для контроля за газовой средой и ее регулирования путем удаления избыточного количества углекислого газа, при поддержании температуры хранения $4\pm1^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $90\pm3\%$. Данный способ и устройство для его осуществления способствуют сохранению картофеля, исключают возможность образования гнили и позволяют сократить потери питательных веществ при одновременном сохранении товарного вида клубней.

Группа изобретений относится к области хранения сельскохозяйственной продукции и других биологических объектов растительного происхождения в регулируемой газовой среде с помощью устройства и может быть использована, в частности, в технологии хранения картофеля в типовых картофелехранилищах, фермерских хозяйствах.

Известен способ хранения биологических объектов в регулируемой газовой среде, при котором устанавливают зависимость коэффициента дыхания данных объектов от содержания кислорода и диоксида углерода в камере анализатора и на основе полученных

данных автоматически создают газовую среду заданного состава в герметичной камере, в которой хранят биологические объекты.

Недостатком этого способа является использование дорогостоящих герметичных камер для хранения продукции в РГС и значительные эксплуатационные издержки, связанные со стоимостью контрольно-измерительной аппаратуры.

Известно, что положительный результат хранения овощной продукции получается при использовании герметичных полиэтиленовых пакетов толщиной 30-60 мкм, заполненных под давлением газообразным азотом.

Однако и такой способ хранения овощной продукции не позволяет полностью сохранить ее качество, так как из-за невозможности регулирования состава газовой среды происходит постепенное накопление углекислого газа в пакетах, что приводит к потемнению растительной ткани и потере товарного вида продукции.

Известно, что картофель относится к культуре, очень чувствительной к высокому содержанию углекислого. Также при снижении содержания кислорода ниже 2-1,5% усиливается интрамолекулярное дыхание, которое приводит к развитию физиологических заболеваний. Поэтому при хранении картофеля в РГС в полиэтиленовых пакетах необходимо контролировать содержание CO_2 , который накапливается в результате естественного дыхания клубней, чтобы его концентрация не достигала выше допустимого предела в 3,8%, рассчитанного согласно коэффициенту дыхания ($\text{КД}=1$, а концентрация O_2 не опускалась ниже 2,1%].

Задачей предлагаемой группы изобретений является разработка экономичного способа хранения картофеля в регулируемой газовой среде (РГС) в герметичной полиэтиленовой емкости и устройства для его осуществления, что позволит сохранить товарный вид и питательные вещества в клубнях картофеля.

Технический результат от использования изобретений позволит осуществить длительное хранение картофеля с наименьшими потерями сухих веществ, крахмала, белка, витамина С за счет замедления биологических процессов, т.е. продления периода покоя клубней.

Технический результат достигается тем, что в способе хранения картофеля в регулируемой газовой среде с устройством для его осуществления, в емкости, имеющей впускной клапан, основанный на вытеснении атмосферного воздуха азотом, перед укладыванием картофеля в полиэтиленовую емкость, снабженную комбинированным клапаном, клубни обрабатывают 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в виде аэрозольного мелкодисперсного облака, высушивают и герметично закрывают, затем удаляют через комбинированный клапан при помощи вакуумного насоса атмосферный

воздух, при этом состав газовой среды внутри полиэтиленовой емкости поддерживается в соотношении: концентрация $\text{CO}_2 < 3,8\%$, а концентрация $\text{O}_2 > 2,1\%$, остальное - азот, при температуре хранения 4°C и относительной влажности воздуха $90 \pm 3\%$.

Для осуществления способа хранения картофеля в регулируемой газовой среде с помощью устройства устанавливают в нижней части боковой поверхности, примыкающей к донной части емкости, комбинированный клапан, состоящий из корпуса, в котором размещен поршень, с возможностью перекрытия сбросного отверстия для исключения поступления атмосферного воздуха в герметичную емкость, и выполненного в поршне впускного отверстия, внутри которого свободно установлен шток с клапаном, возвратной пружиной и регулировочной шайбой, которая имеет возможность перемещения по резьбе штока.

В способе хранения картофеля в регулируемой газовой среде и устройстве для его осуществления через каждые 15 дней производят контроль состава газовой среды через комбинированный клапан газоанализатором и при превышении содержания CO_2 более 3,8% и понижении содержания O_2 до 2,1% производят регулирование газовой среды путем удаления избыточного количества углекислого газа, подкачивание азота и атмосферного воздуха.

Способ осуществляют следующим образом.

Клубни картофеля перед закладкой на хранение однократно обрабатывают 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в виде аэрозольного мелкодисперсного облака, затем высушивают и укладывают в полиэтиленовую емкость с толщиной пленки 100-150 мкм, которая помещена в контейнер. Полиэтиленовая пленка стойка к действию кислот и щелочей различной концентрации (ГОСТ 10354-82. Пленка полиэтиленовая. Технические условия).

Объем емкости соответствует совокупному объему контейнера и объему, необходимому для нормального газообмена внутри емкости, который составляет не менее 15%. Контейнер является транспортной тарой и, одновременно, ограждающей и защитной конструкцией.

В полиэтиленовой емкости в отверстия необходимого диаметра предварительно установлены два клапана: впускной - в верхней части, а в нижней части, в месте примыкания боковой поверхности и дна полиэтиленовой емкости, установлен комбинированный клапан для регулирования газовой среды.

Нижнее расположение комбинированного клапана обосновано тем, что по отношению к воздуху азот немного легче воздуха, а углекислый газ тяжелее его в 1,5 раза, поэтому опускается в нижнюю часть емкости.

Затем емкость герметично закрывают и удаляют из нее атмосферный воздух при помощи вакуум-насоса через комбинированный клапан, который в процессе хранения картофеля служит устройством для контроля за составом газовой среды внутри емкости, удаления излишков CO_2 и восстановления заданных параметров газовой среды.

Герметично соединенный со стенкой полиэтиленовой емкости при помощи резиновых уплотнителей, шайбы и гайки комбинированный клапан состоит из корпуса, в котором размещен с возможностью перемещения поршень с пружиной и регулировочной гайкой, сбросного отверстия, посадочного места, причем в верхней части поршня при помощи резьбы установлен штуцер и выполнено впускное отверстие, внутри которого свободно установлен шток с клапаном, возвратной пружиной и регулировочной шайбой, которая имеет возможность перемещения по резьбе штока.

Процесс регулирования газового состава осуществляется следующим образом. Для удаления атмосферного воздуха к штуцеру комбинированного клапана подсоединяют патрубок вакуумного насоса и утапливают шток. Пружина сжимается, выпускной клапан открывает впускное отверстие, атмосферный воздух из полиэтиленовой емкости откачивается.

Чтобы избежать подсоса воздуха через выпускной клапан, к штуцеру впускного клапана подсоединяют входной патрубок баллона с техническим азотом.

Процесс откачки воздуха идет до тех пор, пока весь атмосферный воздух не будет удален.

После этого патрубок вакуумного насоса отсоединяют от штуцера комбинированного клапана и выпускной клапан возвращается под действием пружины в исходное состояние, перекрывая впускное отверстие.

Затем в полиэтиленовую емкость с картофелем через выпускной клапан поступает под давлением азот.

Емкость заполняется азотом до тех пор, пока давление в ней не достигнет критического. В этом случае поршень комбинированного клапана, сжимая пружину под действием давления, обеспечит доступ к сбросному отверстию 6, и избыток азота уйдет в атмосферу. Подача азота из баллона прекращается, давление в полиэтиленовой емкости падает, поршень 2 под действием пружины 8 возвращается в исходное положение.

Герметичная полиэтиленовая емкость заполнена газовой средой.

Патрубок баллона с азотом отсоединяют от штуцера впускного клапана.

Наблюдение за динамикой накопления углекислого газа в полиэтиленовых емкостях при помощи газоанализатора показала, что накопление концентрации углекислого газа выше допустимого уровня 3,8%, а расходование кислорода в результате

незначительного потребления клубнями на дыхание до 2,1% происходит примерно к 14-15 дню хранения картофеля в РГС. Поэтому через каждые 15 дней производят контроль состава газовой среды через комбинированный клапан газоанализатором и при превышении содержания CO_2 более 3,8% и понижении содержания O_2 до 2,1% производят регулирование газовой среды путем удаления избыточного количества углекислого газа, подкачивание азота и атмосферного воздуха через впускной клапан.

Затем снова производят измерение газового состава через 45-60 мин при помощи газоанализатора и если в составе газовой среды концентрация CO_2 уменьшается до 0,1-0,2%, кислорода составляет 4,6-3,2%, а концентрация азота достигает 95,4-96,8%, то подкачивание азота заканчивают.

Основным параметром хранения является температура $4\pm1^\circ\text{C}$, поддерживаемая в хранилище и относительная влажность воздуха $90\pm3\%$.

Клубни картофеля перед закладкой на хранение однократно обрабатывали 0,2%-ным спиртовым раствором сорбиновой кислоты в виде аэрозольного мелкодисперсного облака, затем высушивали и укладывали в полиэтиленовую емкость с толщиной пленки 150 мкм.

В полиэтиленовой емкости предварительно были установлены два клапана, в верхней части - впускной, а в нижней части в месте примыкания боковой поверхности и дна полиэтиленовой емкости находился комбинированный клапан.

Емкости герметично закрывали. Затем к штуцеру комбинированного клапана подсоединяли патрубок вакуумного насоса и откачивали из емкости атмосферный воздух до полного удаления. После этого патрубок вакуумного насоса отсоединяли от штуцера комбинированного клапана.

Чтобы избежать подсоса воздуха, через впускной клапан к нему подсоединяли входной патрубок баллона с техническим азотом и производили закачивание в емкость азота под давлением.

Емкость заполнялась техническим азотом до тех пор, пока давление в ней не достигало критического и избыток азота сбрасывался комбинированным клапаном через сбросные отверстия.

Через 60 мин производили измерение газоанализатором газового состава, в котором было 95,7% азота и 4,3% кислорода.

Далее картофель хранили при температуре $4\pm1^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $90\pm3\%$.

Через каждые 15 дней при помощи газоанализатора производили контроль состава газовой среды: через штуцер комбинированного клапана газоанализатором отбирали часть

объема и при превышении содержания CO_2 более 3,8% и понижении содержания кислорода до 2,1%, производили регулирование газовой среды путем удаления избыточного количества углекислого газа, подкачивание азота и атмосферного воздуха через штуцер впускного клапана. Затем вновь производили измерение газового состава через 60 мин при помощи газоанализатора и если в составе газовой среды концентрация CO_2 уменьшалась до 0,1-0,2%, концентрация кислорода составляла 4,6-3,2%, а азота достигала 95,4-96,8%, то подкачивание азота через впускной клапан заканчивали.

2.4 Лабораторная работа № 7-8 (4 часа).

Тема: «Установки и технические характеристики машин и аппаратов для создания газовых сред при хранении продукции»

2.4.1 Цель работы: Изучить оборудование и его технические характеристики для создания газовых сред при хранении продукции

2.4.2 Задачи работы:

1. Познакомиться с оборудованием для создания газовых сред при хранении продукции

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2.4.4 Описание (ход) работы:

Холодильные установки для камер с РГС практически не отличаются от применяемых для обычных камер холодильного хранения плодов.

При определении нагрузок на холодильные машины и охлаждающие приборы камер с РГС учитывают тепло, вносимое газовыми смесями от работающих генераторных установок и скрубберов; в эксплуатационных расходах исключаются потери холода, связанные с пребыванием в камерах людей и открыванием дверей, нет также расхода холода на вентилирование камер свежим наружным воздухом. Теплота дыхания фруктов и овощей в режиме хранения принимается равной 30 - 50 % от значений, установленных для обычного холодильного хранения. Остальные статьи расхода холода в тепловом балансе камер с РГС рассчитывают, как и для камер обычного хранения, в соответствии с нормами технологического проектирования холодильников.

При выборе холодильных установок для камер с РГС следует ориентироваться на использование охлаждающих систем с непосредственным кипением хладоагента по насосно-циркуляционным или безнасосным схемам, обеспечивающим возможность индивидуального регулирования температуры кипения (перепада температур газовая

смесь - хладоагент) в каждой отдельной камере или группе камер с одинаковыми тепловыми нагрузками и режимами хранения с помощью барорегулирующих вентилей (регуляторов постоянного давления «до себя»).

Конструктивное решение охлаждающих систем камер с РГС должно обеспечивать минимум нарушений газоизоляции (при монтаже холодильного оборудования, прокладке коммуникаций и их эксплуатации) и повышенную надежность работы систем в условиях закрытой герметичной камеры.

Расчетные режимы работы холодильных камер с РГС: температура газовой смеси в камере 0 - 4° С, допустимые отклонения $\pm 0,5$ °С, относительная влажность 90 - 95 % (допустимые отклонения ± 1 - 2 %). Более жесткие требования к колебаниям температуры и влажности для камер с РГС по сравнению с обычными холодильными камерами связаны с необходимостью уменьшения соответствующих колебаний давления, вызывающих утечку газовых смесей и проникновение воздуха извне, а также деформацию газоизоляции конденсацию влаги на ограждающих конструкциях и на продукции.

Требуемые оптимальные температурно-влажностные условия в камерах с РГС поддерживаются, как правило, воздушной системой охлаждения. Система обеспечивает равномерность газового состава среды, температуры и влажности по всему объему камер, хороший отвод внутренних теплопритоков от продукции, при этом облегчается выполнение работ по герметизации ограждающих конструкций камер.

Воздухоохладители размещают, как правило, непосредственно в камерах; они подвесные или напольные. Первые, потолочного или пристенного типа, применяют чаще всего для камер, имеющих большую высоту. В местах подвесок необходимо устраивать дополнительную надежную герметизацию, которая не должна нарушаться от вибрации, возникающей при работе вентиляторов.

Напольные воздухоохладители по сравнению с подвесными не связаны с ограждающими конструкциями камеры и не нарушают ее газоизоляционного слоя. При большой высоте камер их снабжают нагнетательными патрубками для выпуска газовой смеси под потолком камеры или устанавливают на специальный железобетонный или металлический постамент.

В камерах с РГС при любом типе воздухоохладителей рекомендуется использовать преимущественно бесканальное распределение газовой смеси по объему камер, так как прокладка и крепление каналов усложняют производство газоизоляционных работ, а их вибрация может вызвать нарушение герметичности камеры в процессе ее эксплуатации. Системы распределения газовой смеси должны обеспечивать равномерную циркуляцию и минимальную (не более 0,2 м/с) подвижность смеси у продукта и достаточно большую (3 -

5 м/с) в батарее воздухоохладителя. Оптимальная кратность циркуляции газовой смеси в камерах с РГС - 10 - 20 объемов незагруженной камеры в час.

Расчетная разность температур между газовой смесью в камере и холодильным агентом в воздухоохладителях не должна превышать 6 - 8 °С в период термической обработки (охлаждение) плодов и 3 - 4 °С в период хранения, а разность температур на входе и выходе газовой смеси из воздухоохладителя соответственно 3 - 4 и 1 - 2 °С.

Система оттаивания воздухоохладителей от снеговой шубы должна быть достаточно эффективной и надежной в работе, так как присутствие обслуживающего персонала в камере исключено. Автоматическую систему оттаивания воздухоохладителей рекомендуется проектировать с возвратом (хотя бы частично) влаги в камеру. Во избежание нарушения герметичности камер слив талой воды от воздухоохладителей необходимо производить через гидравлические затворы (сифоны) с контролируемым уровнем воды в них.

Эксплуатация охлаждающего оборудования камер с РГС должна осуществляться обслуживающим техническим персоналом только за их пределами. Не допускается размещать внутри камеры какие-либо вентили и регулировочные устройства. Наблюдать через смотровое окно за работой вентиляционной системы камеры рекомендуется по подвижности лент, обдуваемых циркулирующей газовой смесью.

При необходимости обогрева камер в зимнее время (в климатических районах с расчетными температурами наружного воздуха -30 и -40 °С) следует применять электрокалориферы, вмонтированные в воздухоохладители или специальные калориферы.

Специальное оборудование для создания и поддержания газовой среды в холодильных камерах

Для создания газовых сред в холодильных камерах с РГС наиболее часто используют специальные системы генерирования газовых сред (генераторы). Получаемые в них газовые смеси представляют собой продукты сгорания или каталитического окисления горючих газов. Кислорода в этих продуктах меньше, а углекислого газа больше, чем в воздухе. Требуемую смесь для подачи в камеры холодильника получают после очистки продуктов сгорания от избытка углекислого газа, других примесей и после охлаждения.

В качестве среды, направляемой в генератор, можно использовать воздух или среду камеры хранения.

В первом случае получаемую газовую смесь подают в камеры и постепенно замещают ею имеющуюся в них газовую среду. Такие генераторы относятся к установкам проточного (промывного) типа. Они работают по схеме атмосфера - генератор - камера -

атмосфера. Если в генераторах применяют обычные горелки, максимальная концентрация кислорода в продуктах сжигания составляет 1,5 - 2 %, если каталитические - 0,5 - 1 %.

При использовании газовой среды камеры хранения ее забирают из камеры, избыток кислорода в ней «выжигается» и очищенную газовую среду подают обратно в камеру. Такие генераторы относятся к установкам рециркуляционного типа. Они работают по замкнутой схеме камера - генератор - камера. В генераторах этого типа применяются только каталитические горелки, в которых можно достаточно полно сжигать горючие газы в средах с низким содержанием кислорода. Известно, что реакция топливо - воздух прекращается, если концентрация кислорода в газовой среде составляет менее 11,4 %.

Процесс получения газовых сред в проточных генераторах подразделяется на следующие этапы: 1) сжигание газа с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,02$ и больше; 2) охлаждение продуктов сжигания до температуры 10 - 25 °C; 3) полное или частичное удаление углекислого газа из продуктов сжигания.

Газовая среда, вырабатываемая генераторами различных типов, соответствует составу и теплотехническим характеристикам продуктов полного сгорания (кatalитического окисления) сжиженного и природного газов.

Один из основных элементов холодильников для фруктов и овощей с РГС - скруббер. В герметичных камерах с РГС для создания и поддержания субнормальных газовых сред предусматривается индивидуальная скруббирующая установка. При искусственном формировании газовой среды скруббер входит в состав установки генерирования газовых сред (блок очистки).

Скруббер-аппарат, в котором из газовой смеси поглощается избыток углекислого газа путем абсорбции или адсорбции последнего химически или физически активными веществами (поглотителями).

Технические характеристики скрубберов определяются исходя из параметров заданных газовых режимов в камерах. Исходным для расчета является начальная концентрация углекислого газа при заданной температуре среды. Относительную влажность, концентрацию кислорода и других газов не учитывают, так как они существенно не влияют на работу поглотителя. При установившемся режиме увеличение концентрации углекислого газа за счет интенсивности дыхания фруктов и овощей в герметичных камерах составляет примерно 0,5 - 2,0 % свободного объема камеры в сутки.

Скруббирующие установки можно разделить на две группы: 1) те, в которых осуществляется регенерация поглотителя и его последующее использование; 2) те, в которых полностью заменяется поглотитель после его насыщения углекислым газом.

Работа скруббирующих установок возможна по схеме скруббер - камера или скруббер - группа камер.

Схема газораспределения в холодильных камерах фруктов и овощей с РГС. Станция газовых сред (СГС)

Газоснабжение СГС при использовании сжиженного газа осуществляется из двух резервуаров подземного хранения сжиженного газа (вместимостью 4,2 м³ каждый). Система газоснабжения включает также подводящие надземные или подземные, газопроводы до СГС, запорное и предохранительное устройства на вводе с СГС разводки газопроводов до генератора, сбросную «свечу» для продувки газопроводов до генератора с выбросом выше конька крыши (согласно «Правилам безопасности в газовом хозяйстве»).

При газообеспечении СГС природным газом к ней подводится газопровод с давлением газа 1,0 - 8 кгс/см². Газооборудование внутри СГС остается таким же, как при использовании сжиженного газа.

В систему газоснабжения не входит общепринятый узел регулирования или регуляторная станция, так как в генераторах имеется собственный узел регулирования давления газа (соответствующий требованиям «Правил безопасности в газовом хозяйстве»), который снижает (с 0,5 - 3,0 кгс/см²) давление газа до рабочего (200 - 2000 кг/м²) давления и поддерживает его в заданном диапазоне.

Для первоначального пуска генератора предусматривается трубопровод («свеча»), через который проточный генератор работает в течение 10 минут после включения.

Рациональным следует считать вариант обвязки по линии газовой среды с размещением запорных устройств камер в помещении генераторной. Гребенки распределения и возврата газовой среды должны иметь диаметр не менее 150 мм, а трубопроводы подачи и забора среды из камер - диаметр не менее 120 мм с целью уменьшения гидравлического сопротивления трасс. Допустимая разница гидравлического сопротивления трасс между ближней и дальней камерами холодильника 5 - 10 кг/м².

Все трубопроводы забора и подачи газовой среды должны быть выполнены с уклоном в сторону гребенок для сбора конденсата. На гребенках необходимо устанавливать сливные краны.

Регулирование состава газовой среды

Распределение газовой среды в холодильных камерах для фруктов и овощей с РГС в период ее создания и регулирования может осуществляться по следующим основным схемам.

1. Камеры герметичные ($K \leq 0,001 \text{ ч}^{-1}$):

а) в период вывода среда из блока сжигания проточного генератора через блок очистки по трубопроводу подачи поступает в камеру до момента достижения требуемой концентрации кислорода и углекислого газа;

б) при рециркуляционной системе генерирования газовых сред по трубопроводу забора среда из камеры поступает в блок очистки, затем в блок каталитического окисления (реактор) и по трубопроводу возврата подается в камеру;

в) в период регулирования состава газовой среды в камерах избыток углекислого газа поглощается в блоке очистки установки как проточного, так и рециркуляционного типа.

2. Камеры полугерметичные ($K \leq 0,004 \text{ ч}^{-1}$):

1) вывод на режим осуществляется, как и в герметичных камерах, независимо от типа установки генерирования газовых сред;

2) в период регулирования состава газовой среды в камерах удаляется избыток кислорода.

Расчет производительности отечественных серийных установок регулирования газовых сред проточного (УРГС-2Б) и рециркуляционного (РГГС-400) типов осуществляется на основании следующих показателей (данные из задания на проектирование): количество камер; внутренний объем камеры; емкость камеры; «свободный» объем камеры (величину «свободного объема камер для фруктов, винограда, ягод и овощей определяют по формуле

$$V_c = V - 1,6M, \text{ м}^3; \quad (11)$$

расчетное время вывода на режим («розжиг») генератора газовых сред и его остановки ($\tau_p = 1 \text{ ч}$); время переключения камер ($\tau_{\text{пер}} = 0,16 \text{ ч}$); состав газовой среды в камере (%); допустимые пределы отклонений концентрации компонентов среды в камере ($\pm 1 \%$); допустимое время выхода камеры на заданный газовый режим ($\tau_{\text{вых}} = 120 \text{ ч}$); режим работы установки регулирования газовых сред (односменный, двухсменный, круглосуточный); режим корректировки состава газовой среды в камере (периодический).

Расчет требуемой производительности осуществляется для двух периодов: 1) формирование заданного газового режима; 2) корректировка режима.

Расчетную производительность отечественных генераторов проточного типа определяют по следующим формулам:

$$Q = 2,12 \frac{V - 1,6M}{\tau_p}, \text{ м}^3/\text{ч};$$

б) корректировка режима

$$Q = 0,35 \frac{V - 1,6M}{\tau_k}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где M - масса продукции в камере (нетто), т; Q - производительность генератора, $\text{м}^3/\text{ч}$; V - внутренний объем камеры, м^3 ; τ_b и τ_k - соответственно время вывода на заданный режим и время корректировки режима, ч.

При выводе формул приняты следующие граничные условия: концентрация O_2 в воздухе - 20,6 %; концентрация O_2 на выходе из генератора - 0,6 %; заданная концентрация O_2 в камере - 3 %; допустимое увеличение концентрации O_2 в камере - 1 %.

Расчетную производительность генератора рециркуляционного типа определяют по следующим формулам:

а) сжиженный газ (пропан)

$$Q = 170 \cdot q^c_r, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (14)$$

б) природный газ (метан)

$$Q = 70 \cdot q^n_r, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (15)$$

где Q - производительность генератора, $\text{м}^3/\text{ч}$; q^c_r , q^n_r - расход газа соответственно сжиженного и природного, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Производительность рециркуляционного генератора (типа РГС-400) в зависимости от величины свободного объема камеры и времени вывода на режим или его корректировки определяют по формуле

$$Q = 0,028 \cdot (V - 1,6M) \cdot (1 + 15/\tau), \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (16)$$

Камеры полугерметичные - $K \leq 0,004 \text{ ч}^{-1}$; расчетный режим по кислороду 3 %; предел увеличения концентрации кислорода 1 %).

Время вывода камер с РГС на режим и корректировки режима по кислороду проточным генератором определяют по формулам

$$\tau_b = \frac{2,12(V - 1,6M)}{Q}, \text{ ч},$$

$$\tau_k = \frac{0,35(V - 1,6M)}{Q}, \text{ ч}.$$

Время вывода камеры с РГС на требуемый режим и его корректировки по кислороду рециркуляционным генератором можно также определить по формулам:

а) сжиженный газ (пропан)

$$\tau_b = 0,042 \frac{V - 1,6M}{q^c_r}, \text{ ч},$$

$$\tau_k = 0,0024 \frac{V - 1,6M}{q_r^c}, \text{ ч};$$

б) природный газ (метан)

$$\tau_k = 0,105 \frac{V - 1,6M}{q_r^{\pi}}, \text{ ч};$$

$$\tau_k = 0,006 \frac{V - 1,6M}{q_r^{\pi}}, \text{ ч.}$$

Расчетное суммарное гидравлическое сопротивление трасс забора и возврата газовой среды генератор - камера приведено в приложении 5.

4.5. Системы контроля газовых режимов, приборы и оборудование

Состав газовой среды контролируется газоанализаторами. Они классифицируются по принципу действия: 1) химические; 2) физические и по конструкции и принципу работы: 1) ручные; 2) автоматические.

Для эксплуатации нескольких камер в хранилищах с РГС необходима специальная аппаратура контроля (постоянного или периодического) состава газовой среды. В этой системе переключение на любую из камер осуществляется вручную и автоматически (устанавливают автоматический газовый переключатель).

Для камер с РГС система анализа газов (САГ) имеет шкалу 0 - 21 % по кислороду и 0 - 20 % по углекислому газу.

Замеры концентрации кислорода и углекислого газа вручную осуществляются в основном портативными химическими газоанализаторами. Распространёнными приборами этого типа являются газоанализаторы ОРСа, Норзе, ВТИ и ГХП-3М (подробно работа газоанализатора ВТИ изложена в ГОСТ 5439-56 «Газы горючие природные и искусственные. Метод анализа на газоанализаторе ВТИ-2»).

Для наблюдения за работой и управлением установкой газовых сред необходимо иметь пульт управления, на котором должны располагаться приборы контроля за работой установки.

На пульт управления от гребенки возврата газовой среды необходимо вывести импульсную трубку (хлорвиниловую, медную или бронзовую) диаметром 6 - 8 мм, соединив ее с самопишущими приборами. Здесь же необходимо иметь контрольный выход для анализа газовой среды из камер холодильника на переносной газоанализатор.

Импульсные линии должны соединять пульт управления с установкой регулирования газовых сред (УРГС) для периодического контроля среды на выходе из генератора.

На пульте управления необходимо сосредоточить контроль (световое табло) и сигнализацию (звонок громкого боя) аварийных давлений в камерах холодильников. Для проверки давления, создаваемого в камерах при работе УРГС, на пульте управления необходимо иметь тягонапоромер типа ТНЖ со шкалой от 0 до 50 кг/м².

Для обеспечения техники безопасности в камерах холодильника для фруктов и овощей с РГС необходимо предусмотреть установку предохранительного сбросного устройства.

На каждую камеру с РГС устанавливаются гидрозатвор, пружинный сбросной клапан, грузовой клапан или другое устройство, позволяющее сбрасывать давление в 20 - 25 кг/м². В каждой камере следует установить датчик давлений (типа ДИ-40) с выводом контрольного светового табло и звуковой сигнализации на пульт управления СГС.

Анализ состава газовой среды в камерах при естественном ее образовании нужно проводить не реже двух раз в сутки в период формирования среды и не реже одного раза в час при ее корректировке. При искусственном образовании газовой среды анализ ее состава в периоды формирования и корректировки проводят не реже одного раза в час.

2.5 Лабораторная работа № 9-10 (4 часа).

Тема: «Методика создания РГС при хранении овощей и фруктов, плодов в холодильных установках»

2.5.1 Цель работы: Изучить методику создания РГС при хранении овощей и фруктов в холодильных установках

2.5.2 Задачи работы:

1. Познакомиться с методикой создания РГС при хранении овощей и фруктов в холодильных установках

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ
2. Калькулятор

2.5.4 Описание (ход) работы:

Примеры расчета регулирования состава газовой среды в холодильных камерах для фруктов и овощей с РГС

Таблица 1 - Исходные данные для расчета

Показатели	Вариант А	Вариант Б
Количество камер с РГС в составе	3	
Размеры камеры, м (вар. А)	(11,2×11,6×6,6 (H)	
Размеры камеры, м (вар. Б)	11,2×17,6×6,6 (H)	
Площадь камеры, м ²	129	196
Внутренний объем камеры, м ³	851,4	1300
Вместимость камеры, т	165	264
Хранимый продукт	Яблоки	
Время переключения камер, ч	0,16	
Интенсивность дыхания продукта (средняя), °C	2	
Интенсивность дыхания продукта, м ³ /ч · т	0,00266	
Заданный состав (в %) газовых сред в камерах:		
кислород	3	
углекислый газ	5	
Допустимые пределы отклонений концентрации	1	
Время загрузки камер, сутки	5 - 15	
Допустимое время выхода камеры на заданный	24	
Коэффициент герметичности, ч-1	0,004	

Вариант 1: Расчетное время формирования газовой среды по кислороду в герметичных камерах с РГС определяется по формуле (1).

$$\tau_t = \frac{1,48 * V * (C_{O_2}^{t_k} - C_{O_2}^{t_0})}{M * R_m}, \text{ ч}$$

где $C_{O_2}^{t_k}$, $C_{O_2}^{t_0}$ - объемная концентрация кислорода в газовой среде камеры в долях от суммарной концентрации, принимаемой за 1, в начале и конце расчетного периода вывода камеры на режим или его корректировку в процессе хранения;

V - внутренний объем камеры, м³;

M - вместимость камеры (нетто), т;

R_t - интенсивность дыхания продукции при заданной температуре хранения, м³/т*ч;

τ_t, τ_k - время вывода камеры на режим и время изменения концентрации кислорода в камере допустимых пределах ($\pm 1\%$), ч. (Расчетная концентрация углекислого газа в камере принята равной 5 %, так как при режиме хранения в газовой среде, содержащей 5 % CO₂, 3 % O₂ и 92 % N₂, интенсивность дыхания фруктов и овощей минимальная.)

Следовательно, необходимо использовать систему искусственного регулирования газовой среды в камере. Время выхода камеры на допустимую концентрацию кислорода (+1 %) определяют по формуле (2).

Расчетное время изменения концентрации кислорода в поолугерметичныххолодильных камерах определяется по формуле:

$$\tau_k = \frac{0,102 * V * (Co_{I^h} - Co_{I^k})}{M * R_m * (0,135 - Co_{I^k})}, \text{ч}$$

Таким образом, рациональный режим работы генератора в период корректировки односменный.

Рассматривается случай генерирования газовой среды проточным генератором по формулам (3) и (4), определяется требуемая производительность генератора в период вывода камеры на режим и его корректировки в фазе хранения.

Расчетную производительность отечественных генераторов проточного типа определяют по следующим формулам:

$$Q = 2,12 * \frac{V - 1,6M}{\tau_b}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

Корректировка режима:

$$Q = 0,35 * \frac{V - 1,6M}{\tau_k}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где M - масса продукции в камере (нетто), т;

Q - производительность генератора, $\text{м}^3/\text{ч}$;

V - внутренний объем камеры, м^3 ;

τ_b и τ_k - соответственно время вывода на заданный режим и время корректировки режима, ч.

При выводе формул приняты следующие граничные условия: концентрация O_2 в воздухе - 20,6 %; концентрация O_2 на выходе из генератора - 0,6 %; заданная концентрация O_2 в камере - 3 %; допустимое увеличение концентрации O_2 в камере - 1 %.

При выводе на режим

$$Q = 2,12 * \frac{851,4 - 1,6 * 165}{24} = 51,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При корректировке режима в трех камерах

$$Q = 0,35 * \frac{(851,4 - 1,6 * 165) * 3}{7} = 88,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При использовании проточного генератора УРГС-2Б его производительность принимается за 100 м³/ч.

Определяется время вывода камеры с РГС на режим и его корректировки по формуле (5).

$$\tau_{B=2,12*} = \frac{2,12*(V-1,6*M)}{Q}, \text{ ч} \quad \tau_k = \frac{0,35*(V-1,6*M)}{Q}, \text{ ч}$$

При выводе на режим:

$$\tau_{B=2,12*} = \frac{851,4-1,6*165}{100} = 12,4, \text{ ч}$$

При корректировке режима в трех камерах:

$$\tau_{k=0,35*} = \frac{(851,4-1,6*165)*3}{100} = 6,17, \text{ ч}$$

Общее время работы генератора в сутки в период хранения яблок составит:

$$\Sigma\tau = \tau_k + \tau_{nep} + \tau_p = 6,17 + 2 \cdot 0,16 + 1,0 = 7,5 \text{ ч} (< 8 \text{ ч}).$$

Следовательно, режим работы генератора УРГС-2Б в период хранения яблок в холодильнике вместимостью 495 т (165×3) односменный.

Вариант 2. По формуле (1) определяют расчетное время формирования газовой среды по кислороду в камерах с РГС:

$$\tau_t = \frac{1,48*300*(0,206-0,03)}{264*0,00266} = 482,2 \text{ ч} (>20 \text{ суток})$$

Используется система искусственного регулирования газовой среды в камерах. По формуле (2) определяют время изменения концентрации кислорода в камере до допустимого уровня (+1 %):

$$\tau_k = \frac{0,102*1300*0,01}{264*0,00266*0,135} = 18, \text{ ч}$$

Рациональный режим работы генератора в период корректировки режима односменный.

Генерирование газовых сред в камерах с РГС предусматривается генератором проточного типа. По формулам (3) и (4) определяют его требуемую производительность в период вывода камеры на режим и его корректировки в фазе хранения.

При выводе на режим

$$Q = 2,12 * \frac{1300 - 1,6 * 264}{24} = 77,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При корректировке режима в трех камерах

$$Q = 0,35 * \frac{(1300 - 1,6 * 264) * 3}{7} = 131,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Производительность проточного генератора УРГС-2Б (100 м3/ч) не обеспечивает корректировки режима в трех камерах.

Рассматривается случай использования рециркуляционного генератора газовых сред. По формуле (5) определяют его требуемую производительность в период вывода и корректировки газового режима в камерах.

$$Q = 0,028 \cdot (V - 1,6M) \cdot (1 + 15/\tau), \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (16)$$

Камеры полугерметичные - $K \leq 0,004 \text{ ч}^{-1}$; расчетный режим по кислороду 3 %; предел увеличения концентрации кислорода 1 %.

При выводе на режим

$$Q = 0,028(1300 - 1,6 \cdot 264) \cdot (1 + 15/24) = 39,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При корректировке режима в трех камерах

$$Q = 0,028(1300 - 1,6 \cdot 264) \cdot 3 \cdot (1 + 15/7) = 231,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Рециркуляционным генератором РГГС-400 производительностью 400 м3/ч при расходе сжиженного газа (пропан) 24 м3/ч можно осуществлять корректировку в трех камерах.

По формулам (6) и (7) определяют время работы генератора в период вывода и корректировки режима в камерах с РГС.

Время работы камеры с РГС на требуемый режим и его корректировку по кислороду рециркуляционным генератором также можно определить по формулам:

Сжиженный газ (пропан)

$$\tau_k = 0,042 \frac{V - 1,6 * M}{q_{r^c}}, \text{ ч} \quad (6)$$

$$\tau_k = 0,0024 \frac{V - 1,6 * M}{q_{r^c}}, \text{ ч}$$

q_{r^c} , q_{r^p} - расход газа соответственно сжиженного и природного, м³/ч.

При выводе на режим

$$\tau_k = 0,042 \quad \frac{1300 - 1,6 \cdot 264}{2,4} = 15,4, \text{ ч}$$

При корректировке режима в трех камерах -

$$\tau_k = 0,0024 \quad \frac{(1300 - 1,6 \cdot 264) \cdot 3}{2,4} = 2,63, \text{ ч}$$

Общее время работы генератора в сутки в период хранения яблок составляет:

$$\Sigma \tau = \tau_k + \tau_{\text{неп}} + \tau_p = 2,63 + 2 \cdot 0,16 + 1,0 = 3,95 \text{ ч.}$$

Следовательно, режим работы генератора РГГС-400 в период хранения яблок в холодильнике с РГС вместимостью 792 т (3×264) односменный

2.6 Лабораторная работа №11-12 (4 часа)

Тема: Методика хранения овощей и фруктов, плодов, корнеплодов в газовых средах.

2.6.1 Цель работы: Познакомиться с методикой хранения овощей и фруктов, плодов, корнеплодов в газовых средах.

2.6.2 Задачи работы: Познакомиться с методикой хранения овощей и фруктов, плодов, корнеплодов в газовых средах

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2.6.4 Описание (ход) работы:

На овощесушильных заводах в свежем виде хранится большое количество растительного сырья. Сохранение его качества до переработки — важная народнохозяйственная задача. От длительности и условий хранения зависит продолжительность сезона работы предприятия, сохранение исходного качества сырья, затраты труда на подготовительные операции, количество отходов и потерь, качество получаемого готового продукта.

Принцип хранения свежих овощей и картофеля основан на поддержании их жизненных функций.

Как известно, овощи, картофель и фрукты представляют собой различные органы однолетних, двулетних и многолетних растений. Все эти органы — клубни, корнеплоды, луковицы, разросшиеся почки (кочан капусты), плоды и ягоды — после отделения от

материнского растения и на протяжении всего периода хранения продолжают жить. В них продолжаются свойственные растению жизненные процессы.

Задача заключается в том, чтобы возможно дольше поддерживать их в таком жизнеспособном состоянии и дать им возможность самим бороться с вредными влияниями окружающей среды и микрофлоры.

Важным фактором при хранении является лежкость. Под лежкостью понимают способность плодов и овощей сохраняться в течение продолжительного времени без значительной потери массы, поражения болезнями и снижения товарных качеств. Количественно лежкость выражают максимальным сроком хранения в педелях или месяцах при оптимальных условиях.

На протяжении всего периода хранения в овощах и фруктах продолжается три основных процесса: распад сложных органических веществ (крахмала, белков, пектиновых веществ, клетчатки и др.) до более простых соединений (сахара, аминокислоты и т. д.), дыхание и испарение содержащейся в тканях воды.

При неблагоприятных условиях хранения (излишней загрузке хранилища и недостаточной вентиляции) может произойти самосогревание овощей и плодов, что приводит их к увяданию, прорастанию и ухудшению качества. Поэтому для лучшего сохранения пищевых и технологических свойств овощей, картофеля и фруктов желательно максимально замедлять происходящие в них биохимические процессы (распад сложных органических веществ и дыхание).

При понижении температуры активность биохимических процессов замедляется, поэтому все плоды и овощи желательно хранить при возможно более низкой температуре, исключающей лишь подмерзание, т. с. при температуре около 0°C. В таких условиях сильно замедляется также и жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих загнивание сырья.

Однако не все овощи и плоды можно хранить при такой температуре. В картофеле, например, при температуре, близкой к 0°C, нарушается согласованное протекание ряда процессов превращения углеводов, вследствие чего в клубнях накапливается заметное количество сахаров. А это крайне нежелательно, так как ухудшает вкус и часто служит причиной потемнения картофеля при сушке. Поэтому картофель приходится хранить при 3—5°C.

Для успешного хранения сырья важно также соблюдать правильный газообмен, необходимый для снабжения растительных клеток кислородом и для удаления из них продуктов разложения, образующихся при дыхании. При недостаточном поступлении воздуха в хранилище у овощей и плодов наступает анаэробное окисление углеводов,

которое протекает за счет запаса кислорода в клетках растительной ткани и приводит к нежелательным последствиям.

Вместе с тем большое значение для правильного хранения сырья имеет газовый состав воздуха в овощехранилище, главным образом нормальное соотношение между содержанием кислорода, необходимого для дыхания, и углекислого газа (CO₂), задерживающего развитие микроорганизмов.

При хранении овощей и фруктов имеет место испарение влаги, что приводит к уменьшению их массы и увяданию. Испарение можно довести до минимума, если хранить овощи и плоды при влажности воздуха, близкой к 100%. В то же время при высокой влажности воздуха создаются условия, благоприятные для развития микроорганизмов. Особенно опасно увлажнение поверхности овощей и плодов, так как в воде быстро прорастают споры патогенных микроорганизмов, всегда имеющихся на плодах и овощах. Чем ниже температура хранения, тем более высокой может быть влажность воздуха.

В устойчивости картофеля и овощей к патогенным микроорганизмам при хранении особая роль принадлежит их способности зарубцовывать повреждения. В месте ранения на клубнях картофеля при благоприятных условиях образуется новые покровные ткани (раневая перидерма). При этом образуется также суберин, который пропитывает вновь образовавшиеся клетки и слой ткани, прилегающей к повреждению. В результате образуется защитный слой опробковевших клеток, которые отделяют зону повреждения от здоровой ткани, защищают клубни от увядания и проникновения в них возбудителей болезней. Лучше всего зарубцовываются поверхностные повреждения клубней. Глубокие повреждения залечиваются плохо.

Способностью зарубцовывать неглубокие механические повреждения обладают также свекла и морковь. Однако у корнеплодов это свойство проявляется слабее, чем у картофеля. На головке корнеплода повреждения зарубцовываются лучше, чем на нижней (корневой) части.

Наиболее активно залечивание повреждений происходит после уборки, в период хранения эта способность как у клубней, так и у корнеплодов постепенно утрачивается. Плоды яблок на дереве могут образовывать в местах механических повреждений защитный опробковевший слой, но после съема такими свойствами они уже не обладают.

Устойчивость овощей и плодов к заболеваниям связана также с их способностью активно противодействовать развитию патогенных микроорганизмов, благодаря тому, что в ответ на инфекцию образуются вещества полифенольной природы, обладающие антисептическими свойствами.

Таким образом, устойчивость овощей и фруктов к заболеваниям при хранении определяется комплексом признаков. Сюда входят строение и развитие покровных тканей, способность залечивать повреждения, активное противодействие развившейся инфекции путем образования соединений, обладающих антисептическими свойствами.

В период хранения бороться с болезнями овощей и фруктов гораздо сложнее, чем при их выращивании, так как они после уборки теряют естественную устойчивость к заболеваниям. Кроме того, при транспортировке и в хранилищах непосредственный контакт сырья друг с другом способствует распространению патогенных микроорганизмов. В связи с этим одни из основных методов борьбы с болезнями картофеля, овощей и фруктов при хранении — поддержание оптимального для каждого вида сырья режима хранения.

Оптимальные условия хранения овощей и фруктов в значительной степени влияют на их сохраняемость, при этом снижается интенсивность процессов обмена веществ, уменьшается испарение влаги, предотвращается развитие болезней. Основными условиями, которые контролируют и поддерживают при хранении овощей и фруктов, являются температура, относительная влажность воздуха и состав газовой среды.

В таблице приведены рекомендуемый режим температуры и влажности воздуха для разных видов овощей и фруктов.

Овощи и плоды	Температура	Относительная влажность
Картофель	3-4	85-90
Капуста белокочанная	-1-0	90-95
Корнеплоды	0-1	95-98
Лукрепчатый	-3-0	85-90
Яблоки	-1-0	90-90
Груши	0-1	90-95
Косточковые плоды	-1-0	90-95
Виноград	2-3	85-90

Соблюдение этих режимов в период хранения является основным условием для успешной защиты сырья от болезней, прорастания и перезревания.

Для хранения овощей и фруктов в последние годы применяют газовые смеси, используя в основном среды следующего состава:

первая — сумма концентраций CO₂ и O₂ равна 21 %, как и в атмосферном воздухе, но соотношение концентраций этих газов изменено в пользу CO₂, например газовые

смеси с концентрацией CO₂ 5—10 % и соответственно O₂ 11—16%. Остальные 79 % объема составляет азот;

вторая — сумма концентраций CO₂ и O₂ значительно меньше 21 %. Для многих сортов яблок применяют газовые среды, содержащие 3—5 % CO₂, 3% O₂ и 92—94 % N₂;

третья — почти или полностью не содержит CO₂ и с пониженным (до 3—5 %) содержанием O₂. Оставшийся объем приходится на азот. Такой тип газовой среды (азотной) применяется при хранении некоторых сортов яблок, винограда, косточковых плодов.

В регулируемых газовых средах повышается чувствительность сырья к действию низкой температуры и возникают повреждения в виде разрыхления и потемнения мякоти. В связи с этим температуру воздуха при хранении поддерживают на 1—2°C выше, чем при обычном хранении. Несмотря на это, сроки хранения овощей и фруктов в газовых средах увеличиваются, так как снижается интенсивность обмена веществ, удлиняется период покоя, замедляются процессы послеуборочного созревания, сдерживается развитие болезней.

Относительную влажность среды при газовом хранении поддерживают 90—95 %.

Различают две группы методов создания регулируемых газовых сред: пассивные и активные. При пассивных методах для изменения состава газовой среды в герметично закрытых упаковках из полиэтиленовой пленки или в камерах используют дыхание хранящихся овощей и фруктов, т. е. поглощение ими кислорода и выделение углекислого газа. В этом случае необходимый состав газовой среды создается не сразу, а через 0,5—1 мес от начала хранения. Пассивные методы хранения отличаются простотой и не требуют специального оборудования, но эффективность их невысокая.

При активных методах в герметично закрытые упаковки или в камеры подают выработанную специальными установками газовую смесь заданного состава.

Для хранения сырья в газовой среде широко используют упаковку овощей и фруктов в полиэтиленовую пленку, применяют также пакеты и мешки из полиэтилена, выстланные пленкой ящики и картонные коробки, полиэтиленовые вкладыши в контейнеры. В упаковках из полиэтилена быстро создается и поддерживается повышенная влажность, снижается содержание кислорода и накапливается небольшое количество углекислого газа. Такие благоприятные условия хранения существенно сокращают потери массы и предотвращают развитие болезней.

Наиболее пригодна для этих целей пленка толщиной от 30 до 60 мкм. В небольших упаковках из такой пленки создается благоприятная для хранения сырья среда, которая содержит не более 5 % CO₂.

Полиэтиленовая пленка толщиной 100—200 мкм имеет очень слабую проницаемость для газов, в ней постепенно накапливается CO₂, повышенная концентрация которого приводит к нарушениям обмена веществ, физиологическим расстройствам, проявляющимся в виде потемнения тканей. Поэтому во избежание ухудшения качества сырья в нижней части такой упаковки делают отверстия (перфорацию), которые усиливают газообмен. Поскольку CO₂ тяжелее воздуха и скапливается в нижней части, то чем ниже расположены отверстия, тем интенсивнее проходит удаление излишков этого газа.

Ускорить создание оптимального газового состава в герметичных упаковках позволяет откачивание из них воздуха — вакуумирование. При этом содержание кислорода быстро снижается до необходимого уровня. При низком содержании кислорода резко уменьшается интенсивность дыхания и CO₂ накапливается медленно. Но чтобы не допустить опасного повышения концентрации CO₂ и связанных с этим физиологических расстройств, используют пленку толщиной не более 60 мкм. В пакетах из такой пленки с 3—5 кг яблок содержание CO₂ не превышает 5—7 %, что вполне приемлемо для лежких сортов.

Предотвратить чрезмерное накапливание CO₂ и обеспечить поступление O₂ в герметичные упаковки из толстой полиэтиленовой пленки позволяет применение силиконовой резины. Этот материал при давлении 0,1 МПа и температуре 15 °C имеет проницаемость для CO₂ в 200 раз, для O₂ в 140 раз и для N₂ в 220 раз выше, чем полиэтилен. Вклеивая в боковую стенку упаковки окно из силикона определенного размера, можно поддерживать в ней постоянный заданный состав газовой среды. При этом через окно из емкости удаляется излишек CO₂ и поступает ограниченное количество O₂, необходимое для процесса дыхания.

Часто используется крупногабаритный полиэтиленовый контейнер на 600—800 кг с вклеенным силиконовым газообменным окном, применяемый для хранения яблок.

Размеры контейнера: основание 1,3Х1,2 м, высота при полной загрузке 2,7 м. Изготавливают из полиэтиленовой пленки толщиной 150—200 мкм, площадь газообменного окна устанавливают из расчета 0,6 м² на 1 т плодов.

Контейнер размещают на поддоне, внутри которого при спущенных боковых стенках устанавливают ящики с сырьем. После этого боковые стенки поднимают, а верхнюю часть (горловину) получившегося полиэтиленового мешка-контейнера затягивают резиновым жгутом, проверяют отсутствие повреждений пленки и контейнер электропогрузчиком устанавливают в штабель в камере хранения.

В герметичных камерах стационарных хранилищ применяют как пассивные, так и активные методы создания измененного состава газовой среды. В обоих случаях в камере в результате дыхания овощей и фруктов постепенно накапливается повышенное количество CO₂. Поэтому такие камеры оборудуют аппаратами для поглощения излишка CO₂ — скрубберами, где в качестве поглотителей используют поташ, активированный уголь и др.

Существует несколько активных методов создания в камерах заданного состава газовых сред

Одни из них — это подача в камеру сжатого технического азота, содержащего в виде примеси 1—2 % кислорода. Заполняя камеру азотом, постепенно вытесняют воздух и снижают концентрацию кислорода до необходимого уровня. При этом образуется газовая среда, состоящая из кислорода и азота. Содержание CO₂ в ней вначале очень незначительное, но в процессе дыхания сырья концентрация его начинает возрастать. Чтобы она не превышала допустимого уровня, используют скруббера.

Еще более эффективно применение жидкого азота. Жидкий азот небольшими порциями подается по изолированному трубопроводу в распылители, подвешенные под потолком камеры хранения. При испарении 1 л жидкого азота образуется около 700 л газообразного, который имеет низкую температуру и опускается вниз, вытесняя из камеры воздух. Это способствует быстрому снижению содержания CO₂ и созданию оптимального состава газовой среды. В течение нескольких суток в камере накапливается CO₂, излишки которого затем связываются в скруббере. Подача жидкого азота из закрытого резервуара в камеру хранения производится за счет разности давлений, создающейся при испарении азота в резервуаре.

Метод создания оптимальных газовых сред при помощи подачи жидкого азота прост и эффективен, не предъявляет слишком высоких требований к герметизации камер хранилищ, так как даже при открывании камеры для частичной выгрузки сырья заданный состав среды можно быстро восстановить подачей новых порций азота. Кроме того, при испарении жидкого азота происходит быстрое охлаждение и камеры, и сырья, что особенно важно в начальный период хранения. В неохлаждаемых камерах хранилищ, периодически подавая жидкий азот, можно поддерживать необходимую газовую среду и оптимальную температуру.

2.7 Лабораторная работа №13-14 (4 часа)

Тема: Методика хранения плодоовощной продукции в глухих буртах, траншеях.

2.7.1 Цель работы: научиться рассчитывать емкость буртов, траншей и площадь участка для их размещения.

2.7.2 Задачи работы: рассчитать необходимое количество буртов и траншей для закладки на хранение овощей

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор
2. схема буртовых площадок

2.7.4 Описание (ход) работы:

Площадь для размещения буртов и траншей определяют, исходя из емкости одного бурта или траншеи и той площади, которую они занимают.

Емкость одного бурта (траншеи) в тоннах равна произведению объема их в кубических метрах на объемную (насыпную) массу продукции (в кг/м³), (таблица 1.)

Объем бурта или траншеи (м³) рассчитывают по формулам:

для наземного бурта (без котлована):,

$$O=Ш*В*(Д-1) / 2,$$

для бурта с котлованом :

$$O=Ш*В*(Д-1) / 2 + Д*Ш*Г,$$

где Д - длина бурта, м;

Ш - ширина бурта, м;

В - высота бурта в гребне, м;

Г - глубина котлована, м.

Таблица 1 - Средняя насыпная плотность 1 м овощной продукции

Вид продукции	Масса, кг
Картофель	650-700
Морковь насыпью	550-600
Морковь с переслойкой песком (без массы песка)	400
Свекла	600
Редька	600
Капуста лежких (плотнокочанных) сортов (Амгер,)	450-500
Капуста хлопковидных сортов (Слава)	350-400
Лук-репка	550-600

При вычислении объема надземной части бурта вносят поправку на торцовые откосы, которые заполнены продукцией только на половину. Поэтому длину бурта, измеренную по основанию, уменьшают на единицу (1 м).

Для определения объема траншеи умножают её длину на ширину и высоту (глубину) слоя загрузки овощей (таблица 2). Если стенки траншеи имеют откос, то определяют среднюю ширину траншеи (измеряют ее вверху и делят сумму на 2).

Зная емкость бурта (траншеи), легко определить необходимую площадь земельного участка для размещения заданного количества продукции.

Бурты обычно размещают на участке попарно, между парой буртов оставляют проезды шириной 8 м, а между буртами - проходы шириной 6 м.

Пример: Определить массу картофеля в бурте с котлованом глубиной 0,2м, длиной 15м, шириной 2м, высотой загрузки 1м (над поверхностью земли) с тремя вытяжными трубами и приточным трехгранным каналом по длине бурта.

Объем надземной части равно:

$$\frac{14*2*1}{2} = 14 \text{ м}^2$$

$$\text{Объем котлована} = 15*2*0,2 = 6 \text{ м}$$

Объем составляет $14+6=20$ м. Из этого объема следует вычесть объем, занимаемый вентиляционными трубами (по 0,04м каждая), и объем приточного канала (по 0,1м на 1м).

$$3*0,04=0,12 \text{ м}^3$$

$$15*0,1=1,5 \text{ м}^3$$

Таким образом, чистый объем картофеля в бурте:

$$20-1,6=18,4 \text{ м}^3,$$

а емкость бурта при объемной массе картофеля 700кг/м равна 13т.

$$700*18,4=12880=13 \text{ т}$$

Определяем необходимую площадь земельного участка.

С учетом ширины проходов и проездов для одного бурта необходима площадь:

$$\text{подлине } 15+4+3=22 \text{ м,}$$

$$\text{по ширине } 2+4+3=9 \text{ м.}$$

Следовательно, для размещения одного бурта требуется площадь : $22*9=198 \text{ м}^2$;
отсюда площадь для 1т картофеля:

$$198:13=15,23 \text{ м}^2,$$

для 600т: $15,23 * 600 = 9138 \text{ м}^2$, или 0,91 га

количество буртов:

$$9138 : 198 = 46,15 \text{ шт}$$

Таблица 2 - Типовые размеры полевых хранилищ по районам страны

Район	Картофель, корнеплоды		
	Размеркотлована, м		
	ширина	глубина	длина
Бурты			
Южный	1,0-1,2	0-0,2	12-15
Северо-Западный	1,5-2,0	0-0,2	15-20
Нечерноземная зона	2,0-2,2	0,2-0,4	15-20
Уральский, Поволжский	2,3-2,5	0,3-0,6	20-30
Западно-Сибирский	2,5-3,0	0,3-0,6	20-30
Траншеи			
Южный	0,6-1,0	0,5-0,6	5-10
Северо-Западный	0,8-1,2	0,6-0,8	8-15
Нечерноземная зона	0,8-1,2	0,9-1,2	10-15
Уральский, Поволжский	1,0-1,5	1,0-1,5	10-20
Западно-Сибирский	1,0-2,0	1,0-1,5	10-20
Район	Капуста		
	Размеркотлована, м		
	ширина	глубина	длина
Бурты			
Южный	1,0-1,2	0	8-10
Северо-Западный	1 4-1,6	0-0,2	10-12
Нечерноземная зона	1,8-2,0	0-0,2	10-12
Уральский, Поволжский	2,2	0,2-0,4	14-18
Западно-Сибирский	2,0-2,5	0,2-0,4	14-18
Траншеи			
Южный	0,4-0,6	0,4-0,6	5-8

Северо-Западный	0,6-0,8	0,6-0,8	8-12
Нечерноземная зона Уральский, Поволжский	0,8-1,0 1,0-1,2	0,8-1,0 1,0-1,5	10-12 10-15
Западно-Сибирский	1,0-1,2	1,0-1,5	10-15

Высота корнеплодов и картофеля от 2,5 до 3 м

2.8 Лабораторная работа №15-16 (4 часа)

Тема: Методика хранения картофеля, плодов и овощей в полиэтиленовых контейнерах с диффузионными вставками (окнами).

2.8.1 Цель работы: Изучить методику хранения картофеля, плодов и овощей в полиэтиленовых контейнерах с диффузионными вставками (окнами).

2.8.2 Задачи работы:

1. Познакомиться с методикой хранения овощей в полиэтиленовых контейнерах с диффузионными вставками (окнами).

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2.8.4 Описание (ход) работы:

В контейнеры с полиэтиленовыми вкладышами плоды загружают непосредственно в саду. На дно контейнера насыпают небольшой слой стружки, внутрь его помещают полиэтиленовый вкладыш, в который и загружают отсортированную продукцию. Автопогрузчиками контейнеры отвозят в хранилище. Первые три дня вкладыши держат открытыми для лучшего охлаждения и испарения влаги с плодов. Потом пленку плотно заправляют за края контейнера или заклеивают липкой лентой. С помощью электропогрузчиков контейнеры устанавливают в камере холодильника высотой в три—шесть рядов.

В контейнерах чаще всего создается следующая газовая смесь (%): CO₂ — 3...6, O₂ — 7...11, N — 83...90. Температуру в камере поддерживают на уровне 0°C, в контейнерах она достигает 1°C. Данный способ экономически выгоден в результате сокращения затрат при упаковывании и транспортировании плодов из сада, лучшего использования объема хранилищ, сокращения потерь массы и повышения качества продукции. Хранение плодов в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами значительно сокращает естественную убыль и сохраняет высокую сортность партии.

Перед реализацией во всех случаях хранения в пленках после выгрузки из холодильника пакеты, ящики или контейнеры с продукцией сразу раскрывают во избежание образований конденсационной влаги.

Плоды хранят в больших полиэтиленовых контейнерах (мешках) с диффузионными вставками (окнами) из специальной силиконо-каучуковой ткани (эластомера), обладающей селективной проницаемостью для газов. Такие контейнеры представляют собой мягкий мешок из полиэтиленовой пленки толщиной 120...200 мкм. В одной из боковых сторон на половине высоты вмонтирована диффузионная вставка. На дно контейнера с помощью электропогрузчика помещают поддон с несколькими ящиками, затем стенки контейнера поднимают и расправляют, после устанавливают второй поддон с ящиками и т. д. Верхнюю, свободную часть контейнера завязывают бечевкой. Загруженные контейнеры устанавливают в штабель высотой в три ряда.

Газовый режим в контейнерах стабилизируется в течение трех-четырех недель после загрузки. Каждые 4...5 суток проверяют состав газовой среды.

Разгружают контейнеры после того, как плоды постепенно приспособятся к естественной атмосфере. Контейнеры развязывают, открывают верхнюю часть и оставляют в камере на 5...7 суток, затем опускают края контейнера до поддона и вновь выдерживают 3...4 сут. После плоды направляют на реализацию.

Плоды, упакованные в ящики с полиэтиленовыми вкладышами и штабеля под полиэтиленовыми накидками, сохраняют более стабильно сухие вещества, сахара, органические кислоты, характеризуются большим количеством витамина С и плотной консистенцией.

На предприятиях многих регионов страны таким способом ежегодно хранят около 100 тыс. т моркови, капусты и яблок. Использование полезной площади холодильных камер при этом составляет не менее 88 %. По сравнению с обычным хранением в холодильнике способ обеспечивает сокращение потерь, в том числе в результате уменьшения естественной убыли массы, в полтора—два раза. Выход товарной продукции после 7...8 мес. хранения овощей достигает 85..96 %.

2.9 Лабораторная работа №17-18 (4 часа)

Тема: Методика хранения моркови в открытых полиэтиленовых мешках.

2.9.1 Цель работы: Изучить методику хранения моркови в открытых полиэтиленовых мешках.

2.9.2 Задачи работы:

1. Познакомиться с методикой хранения моркови в открытых полиэтиленовых мешках.

2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2.9.4 Описание (ход) работы:

Морковь закладывают на хранение сразу после уборки. Ее не следует хранить совместно с другими овощами и фруктами, выделяющими этилен. Ежедневно загружают 10—15% объема хранилища, чтобы не было резких перепадов температур и отпотевания уже хранящейся продукции.

При закромном и навальном способах хранения корнеплоды закладывают слоем высотой 2—2,8 м. Для обеспечения воздухообмена в массе продукции на пол устанавливают решетчатый настил высотой 15 см. Загружают морковь в хранилище с помощью агрегата ТЗК-30 с минимальной скоростью движения ленты, высотой свободного падения корнеплодов не более 15 см и с загрузкой их участками сразу на всю высоту. Не допускается переброска корнеплодов лопатами. При разравнивании верхнего слоя продукции соблюдают осторожность — работают в мягкой обуви и перемещаются по массе корнеплодов по деревянным переносным легким трапам.

При тарном способе хранения применяют контейнеры, контейнеры с полиэтиленовыми вкладышами, полиэтиленовые мешки, устланные на поддоны. Предназначенную для длительного хранения морковь в малых объемах раскладывают в подвале на полки таким образом, чтобы корнеплоды не касались друг друга. Для экономии места первую морковь кладут концом в одну сторону, следующую — в противоположную, устилая всю полку.

В хранилище и в холодильных камерах контейнеры и поддоны с продукцией в полиэтиленовых мешках устанавливают в штабеля, оставляя в середине главный проход шириной до 3,5 м для проезда аккумуляторных погрузчиков. По обе стороны от них между штабелями оставляют боковые проходы шириной 60—70 см. Штабель делают шириной в 4—6 контейнеров. Между рядами штабелей должны быть просветы в 5—10 см. Длина штабеля (от прохода до продольной стены хранилища или камеры с отступами от нее) равна 60 см, высота — 3—6 контейнеров или 6—12 полуконтейнеров. Расстояние от верха тары до перекрытия должно быть не менее 80 см, а до низа балок и прогонов — не менее 30 см.

В зависимости от назначения контейнеров определяют способы их хранения. При краткосрочном (временном) хранении используют бурты с вентиляцией, бурты и траншеи с пересыпкой корнеплодов песком и почвой, а также тарный способ (контейнеры в

хранилищах с активной вентиляцией и холодильниках). При длительном (постоянном) хранении корнеплоды закладывают в хранилища с активной вентиляцией и естественным охлаждением в закромах и навалом, хранилища с активной вентиляцией и искусственным охлаждением навалом, холодильники с искусственным охлаждением в таре. Корнеплоды моркови хранят в холодильниках, хранилищах, погребах, подвалах, траншеях, буртах и ямах насыпно, в штабелях и пирамидах, контейнерах, ящиках, полиэтиленовых вкладышах, мешках и пакетах.

Основными условиями успешного хранения моркови являются соблюдения постоянной температуры и влажности воздуха в хранилище. Для этого необходимо хранить корнеплоды при низкой положительной температуре и высокой влажности воздуха. Неблагоприятно влияют на результаты хранения резкие колебания в помещении температуры и влажности воздуха.

Низкая температура замедляет процессы жизнедеятельности в корнеплодах и развитие болезней, а поэтому сокращает потери. Оптимальными условиями хранения является температура воздуха 0...+ 1°C. В хранилище она должна поддерживаться в пределах от 0 до +5°C. Корнеплоды моркови с повышенным содержанием нитратов хранят при температуре +4...+5°C, при этом количество их уменьшается до 40%. Корнеплоды, выращенные при вегетационном периоде более 135 суток, хранят при температуре 0...+2°C в течение 3—4 месяцев. При более высокой температуре воздуха, как и при резких ее изменениях, в хранилище активизируются болезнетворные бактерии и трибы, появляется излишняя влага на поверхности корнеплодов, наблюдается интенсивное дыхание и отрастание листьев.

Главное в период хранения — поддержание оптимальной относительной влажности воздуха. В холодильных камерах, в которых поддерживается температура от Одо +5 ГС, относительная влажность воздуха должна быть в пределах от 95 до 98%; в камерах с принудительной системой вентиляции (без искусственного охлаждения), в которых температура изменяется от +1 до +5°C, относительную влажность воздуха поддерживают от 90 до 95%.

2.10 Лабораторная работа №19(2 часа)

Тема: Упаковки, используемые для МГС и РГС.

2.10.1 Цель работы: Изучить упаковки, используемые в МГС и РГС.

2.10.2 Задачи работы:

1. Познакомиться с упаковками, используемыми в МГС и РГС.

2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2. Макеты упаковок

2.10.4 Описание (ход) работы:

Для упаковывания свежих овощей, фруктов, пищевых продуктов, кулинарных, хлебобулочных, кондитерских изделий и др. в странах Западной Европы и США более 20 лет используют герметичные упаковки с регулируемым и модифицированным составом газовой среды.

Газообразная смесь любого состава внутри упаковки приводит к резкому снижению скорости процесса "дыхания" продукта (газообмен с окружающей средой), замедлению роста микроорганизмов и подавлению процесса гниения, вызванного энзиматическими спорами, следствием чего является увеличение срока хранения продукта в несколько раз. Различают следующие способы упаковывания в газовой среде:

- в среде инертного газа (N₂, CO₂, Ar);

- в регулируемой газовой среде (РГС), когда состав газовой смеси должен изменяться только в заданных пределах, что требует значительных капиталовложений в оборудование и больших расходов на обеспечение оптимальных условий хранения продукции

- в модифицированной газовой среде (МГС), когда в начальный период в качестве окружающей среды используется обычный воздух, а затем в зависимости от природы хранящихся продуктов и физических условий окружающей среды, устанавливаются модифицированные условия хранения, но в довольно широких пределах по составу газа.

Упаковка в модифицированной газовой среде. В технологии упаковывания из соображений технологичности, экономичности и сохранности продукта большее распространение получило упаковывание в модифицированной газовой среде.

Основными газами, применяемыми для упаковки в МГС, являются кислород, углекислый газ и азот, соотношение которых, особенно O₂, зависит от типа упаковываемого продукта. Кислород является основным газом и его содержание для упаковывания различных продуктов может колебаться от 0 до 80% (см. табл. ниже).

Инертный газ азот используется как наполнитель газовой смеси внутри упаковки, так как он не изменяет цвета мяса и не подавляет рост микроорганизмов. Очевидно, его можно использовать взамен вакуумирования.

Углекислый газ подавляет рост бактерий, и при использовании его на ранних стадиях развития микроорганизмов срок хранения упаковываемого продукта может значительно увеличиться.

Пищевые продукты можно условно разделить на две группы: "дышащие" (с биохимической метаболической активностью) и "не дышащие" (приготовленные блюда, пасты и др.). В зависимости от этого рекомендуют условия хранения продукта и состав МГС.

При упаковке "дышащих" и "не дышащих" продуктов состав газовой среды существенно отличается: для свежих мясных продуктов с целью сохранения исходного красного цвета в смеси указанных, газов должно быть повышенное содержание O_2 и CO_2 ; (например, 80-90% и 20-10% соответственно), а при упаковывании свежих фруктов и овощей пониженное содержание O_2 (до 3-8%) и повышенное содержание CO_2 (до 15-20%), так как снижение содержания кислорода и повышение содержания углекислого газа замедляют созревание фруктов, задерживают появление мягкости и снижают скорость химических реакций, сопровождающих созревание. Однако при сверхнизком содержании O_2 может появиться анаэробное дыхание и нежелательный аромат (вследствие накапливания молекул этанола и ацетальдегида), а повышенное содержание O_2 приводит к появлению ожогов на фруктах и коричневых пятен на другом растительном сырье.

Опыты показали, что оптимальный состав газовой среды для разной свежей продукции индивидуален, но необходимо соблюдать соотношение $P_{CO_2} : P_{O_2} > 1,6$, которое зависит от сорта. Для этого упаковочный материал должен обладать некоторой кислородопроницаемостью для проникновения O_2 внутрь упаковки со скоростью, обеспечивающей концентрацию O_2 внутри упаковки значительно ниже, чем снаружи, во избежание анаэробного заражения и порчи продукта. При этом проницаемость упаковки по отношению CO_2 не имеет существенного значения, поскольку оптимальная концентрация углекислого газа поддерживается внутри упаковки за счет процесса "дыхания".

Задачу более высокой проницаемости материала по отношению к O_2 при его поступлении и более низкой по отношению к CO_2 при его отводе путем подбора индивидуального материала решить очень сложно. Для сохранения газовой среды внутри упаковки при хранении свежих плодов используют селективно-проницаемые мембранны с высокой проницаемостью (из силоксановых каучуков), поглотители CO_2 и паров воды,

перфорированные пленочные материалы, мембранные приспособления различной конструкции (в виде окошек разной площади, клапанов, патрубков и т.д.).

Проницаемость различных полимерных материалов для указанных выше газов:

Материал пленочный	Газопроницаемость (см ³ x см/см ² x см.рт.ст)		
	CO ₂	O ₂	N ₂
1. ПЭ	1,8*10 ⁻¹⁰	5,5*10 ⁻¹⁰	2,5*10 ⁻¹⁰
2. ПП	7,0*10 ⁻¹⁰	3,3*10 ⁻¹⁰	1,3*10 ⁻¹⁰
3. ПЭТ-ПЭ	1,1*10 ⁻¹⁰	2,0*10 ⁻¹⁰	6,0*10 ⁻¹⁰
4. ПЭТ-ПП	5,6*10 ⁻¹⁰	1,4*10 ⁻¹¹	4,0*10 ⁻¹⁰
5. ПЭТ 0,020 мм	1,6*10 ⁻¹¹	4,0*10 ⁻¹²	1,2*10 ⁻¹⁰
6. металлизированный	2,4*10 ⁻¹²	5,0*10 ⁻¹³	1,5*10 ⁻¹³
7. металлизированный	2,4*10 ⁻¹²	5,0*10 ⁻¹³	1,5*10 ⁻¹³

Таким образом, выбор упаковочного материала для хранения овощей и фруктов в МГС определяется скоростью "дыхания" продукта и его проницаемостью по отношению к атмосферным газам, а также температурой хранения.

Указанным требованиям по проницаемости отвечают следующие полимерные пленочные материалы: ПЭВД, ориентированный ПП, ПВХ, ПС, ПЭТФ, ПА, саран, СЭВ и др., а также различные ламинаты. Первые два чаще всего используют для упаковки свежих фруктов и овощей. Низкая общая газопроницаемость полиэфирных пленок и пленки "саран" (сополимер винилхлорида с винилиденхлоридом - ПВДХ) обуславливает их использование для упаковывания тех продуктов, которые обладают низкими скоростями газообмена.

Высокие барьерные свойства по кислородо- и влагонепроницаемости достигаются при использовании комбинированных, ламинированных и соэкструзионных материалов.

В качестве селективно-проницаемых упаковок для некоторых сортов овощей и фруктов применяют полимерные пленки с микропористыми отверстиями диаметром от 5 до 500 мкм, изготавляемые холодной штамповкой или лазерным способом. Повышению качества и срока сохранения продуктов, упаковываемых в МТС и РГС, служит использование поглотителей (газопоглощающих веществ), вводимых в состав полимерной упаковки или укладываемых внутрь нее вместе с пищевыми продуктами.

В качестве поглотителей используют вещества, абсорбирующие молекулы O₂, CO₂ или этилена (гашеная известь, активированный древесный уголь, MgO - для поглощения CO₂, порошкообразное железо - для поглощения O₂, KMnO₄, порошок строительной глины, фенилметилсиликон - для поглощения этилена и др.). Подбирая состав и

количество поглотителей, можно точно регулировать состав газовой среды, создавая лучшие условия внутри упаковки.

Этим целям служит и предварительная обработка продукта и его подбор. Закладываемые на длительное хранение продукты должны быть качественными, чистыми и хорошо подготовленными вплоть до индивидуальной упаковки или обработки химическим способом (напылением, окунанием). Для повышения срока хранения свежих пищевых продуктов используют еще одну прогрессивную технологию - облучение запечатанных упаковок потоком ионизирующих лучей.

Упаковывание в МГС производится на автоматических упаковочных линиях, работающих по схеме: изготовление - заполнение - запечатывание. Линии имеют несколько рабочих узлов: нагрев полотна упаковочного материала, термоформование упаковки, заполнение полостей упаковки продуктом, вакуумирование упаковки, заполнение свободного объема МГС, запечатывание упаковки. Машина обеспечивается системой подачи МГС.

Применение термоусадочной пленки упрощает процесс упаковывания в МГС, так как исключает приготовление пакетов и лотков заранее. Усаживаемая при нагреве пленка обладает высокой кислородонепроницаемостью даже в атмосфере с повышенным содержанием О₂ (до 70 - 80%) и высокой ароматонепроницаемостью, хорошо сохраняет первичный цвет свежего мяса и витамин С в сухих концентратах фруктовых соков.

Этот способ упаковывания стал одним из основных, так как охватывает большой ассортимент продуктов, эффективен и экономичен в ряде случаев, позволяет создавать МГС внутри индивидуальной упаковки с различными порционными блюдами, транспортной тары и целых хранилищ, значительно повышая срок хранения продуктов. Основной проблемой массового распространение упаковок в МГС является невозможность изменения размера упаковки без изменения при этом общего бактериостатического действия углекислого газа и, соответственно, без повышения срока хранения упакованного пищевого продукта. Для решения этой проблемы в Италии был запатентован двухстадийный процесс хранения продуктов, основанный на использовании известного количества газообразного и твердого СО₂.

Принцип упаковывания по этому способу, названный "двуухфазным", состоит в том, что в упаковку с МГС дополнительно вкладывается некоторое количество "сухого льда", достаточное для насыщения продукта и установления равновесного состояния между содержимым упаковки и газовой средой внутри нее, при этом избыточное давление уравновешивается растворенной фазой.

Впервые этот новый способ был применен в 1989 г. для упаковывания свежих цыплят. Процесс упаковывания состоит из следующих операций: получение лотков термоформованием, укладка на лоток пищевого продукта и таблетки "сухого льда", замена воздуха на МГС и запечатывание упаковки.

Твердый углекислый газ внутри упаковки начинает возгоняться и давление повышается (гибкая крышка всучивается), через 12 часов абсорбция газа прекращается и упаковка возвращается к своей первоначальной форме. При $t=2-3^{\circ}\text{C}$ продукт может храниться в течение 50 суток с сохранением высокого уровня гигиенических и органолептических свойств.

2.11 Лабораторная работа №20-21 (4 часа)

Тема: Болезни хранения в МГС и РГС

2.11.1 Цель работы: Изучить болезни плодоовощной продукции, хранящейся в МГС и РГС.

2.11.2 Задачи работы:

1. Дать характеристику болезням и способам борьбы с ними

2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ

2. Фото пораженной продукции, образцы

2.11.4 Описание (ход) работы:

Поддержание и улучшение качества собранного урожая становится все более актуальной и важной задачей. Потребность рынка в наличии свежих фруктов и овощей отличного качества постоянно возрастает. Хранение в регулируемой атмосфере является технологией, которая позволяет значительно увеличить продолжительность хранения продукции и сохранить ее качество. Суть технологии хранения в РГС заключается в создании среды хранения с определенными характеристиками, учитывающими: температурный режим хранения; относительную влажность воздуха; состав атмосферы в камере хранения, в частности, содержание в ней кислорода и углекислого газа [1]. Содержание кислорода в обычной атмосфере составляет порядка 21 %, азота 78 %, углекислого газа 0,03 %. Плоды, помещенные в замкнутую среду, благодаря естественному дыхательному обмену изменяют парциальное давление углекислого газа и кислорода в окружающей атмосфере. По мере хранения плодов количество кислорода в атмосфере снижается и, соответственно, снижается его парциальное давление. В этой связи дыхание плодов замедляется. Концентрация углекислого газа при этом возрастает. На продление сроков хранения продукции могут оказывать влияние различные комбинации содержания кислорода и углекислого газа. В

регулируемой атмосфере, по сравнению с хранением в обычной воздушной среде, лучше сохраняется качество плодов, дольше сохраняется зеленая окраска, замедляются гидролитические процессы распада протопектина (плоды дольше остаются твердыми). Улекислый газ и кислород влияют также на биосинтез этилена в плодах и его биологическое действие на процессы созревания.

Широкое распространение в последнее время получила технология хранения с ультранизким содержанием кислорода ULO (Ultra Low Oxygen).. Установлено, что при низкокислородном хранении (содержание кислорода в камере менее 1-1,5 %, содержание CO₂ 0-2%) лучше сохраняются твердость, свежесть, кислотность плодов, снижается или полностью устраняется вероятность поражения загаром. Для некоторых плодов с успехом применяется стандартная технология (Traditional Controlled Atmosphere) с содержанием кислорода 3-4 %, углекислого газа 3- 5 %. Хранение в РГС можно применять для различных типов фруктов, овощей, цветов. При этом условия хранения всегда лучше, чем в обычной среде. Иногда РГС не применяется из-за того, что продолжительность хранения слишком мала по сравнению с периодом коммерциализации.

Уборку плодов осуществляли в оптимальные сроки по комплексу физико- химических показателей (размер и масса плодов, плотность мякоти, лёгкость отделения плодоножки от плодового образования, окраска кожицы и семян, содержание крахмала). Убранные плоды по вариантам закладывали на длительное хранение в холодильные камеры в отделе хранения и переработки РУП «Институт плодоводства». Повторность трехкратная, по 18-21 кг в каждой повторности. Перед закладкой на хранение было произведено предварительное охлаждение плодов в холодильных камерах при температуре +6°C. Хранение плодов осуществляли при температуре 0...+1°C и относительной влажности воздуха 95 %. При съеме с хранения определяли естественную убыль массы, выход товарных плодов, процент потерь от инфекционных и неинфекционных заболеваний. Учёт болезней производили визуально с применением атласов заболеваний по максимальному проявлению признаков определённых болезней по степени поражения плода. Естественную убыль массы определяли методом фиксированных проб; выход товарной продукции и количество отходов – путем разбора на фракции и взвешиванием. Опыт был проведен согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» и «Методическим рекомендациям по хранению плодов, овощей и винограда». Статистическую обработку данных проводили в программном пакете EXCEL.

Максимальная сохранность плодов отмечена у сортов Алеся – 99,2 %, Антей – 92,8 %, Веселина – 93,8 %, Дарунак 94,4 %, Имант 95,4 %, Надзейны 98,1 % при хранении в условиях РГС составом (3 % кислорода и 5 % углекислого газа). У плодов сортов Белорусское сладкое, Вербное и Телиссааре сохранность плодов при данном способе хранения составила 80,3; 84,3 и 86,4 % соответственно. При хранении в условиях РГС с составом газовой смеси (1 % кислорода и 2 % углекислого газа) наилучшая сохранность

отмечена у сорта Заславское, выход товарных плодов составил 93,2 %. Плоды яблони сортов Память Коваленко и Поспех лучше хранились в условиях нормальной атмосферы, выход здоровых плодов составил 71,6 и 89,4 % соответственно против 35,9 и 85,4 % при хранении в РГС составом (3 % кислорода и 5 % углекислого газа) и 38,0 и 52,1 % при хранении в РГС составом (1 % кислорода и 2 % углекислого газа) (таблица 1).

Естественная убыль массы плодов при хранении в условиях регулируемой газовой среды была ниже по сравнению с обычным хранением: у сорта Алеся на 1,5-2,0 %; Антей на 2,3-2,5 %; Белорусское сладкое на 1,6-2,6 %; Весялина на 2,3-3,1 %; Вербное на 2,5-3,4 %; Дарунак на 3,0-4,5 %; Заславское на 1,2-2,7 %; Имант на 3,4-2,6 %; Память Коваленко на 1,7-2,2 %; Поспех на 2,5-2,6 %; Надзейны на 1,4-2,2 %; Теллисааре на 1,7-2,2 %. Признаков увядания у плодов изучаемых сортов, хранящихся в условиях РГС обнаружено не было, в то время как в контроле потери от данного заболевания составили у сорта Алеся 3,6 %; у сорта Антей 9,8 %; у сорта Белорусское сладкое 6,0 %; у сорта Дарунак 19,0 %; у сорта Заславское 1,5 %; у сорта Имант 4,1 %; у сорта Память Коваленко 2,9 %; у сорта Надзейны 5,5 %. Признаки горькой ямчатости отмечены лишь у сортов Антей, Белорусское сладкое, Заславское и Имант потери в контроле достигали 8,9; 9,3; 7,6 и 2,2 % соответственно. При хранении в РГС потери от горькой ямчатости составили у сорта Антей 0,8-1,4 %, у сорта Белорусское сладкое 2,6-3,2 %, у сорта Имант 0-0,7 %, у сорта Заславское признаков данного физиологического расстройства обнаружено не было. Избыточное количества углекислого газа (5 %) спровоцировало распространённость загара на плодах яблони сортов Весялина потери составили - 1,3 %, у сорта Память Коваленко - 1,6 %, у сорта Поспех - 19,5 %. У сорта Дарунак данное расстройство отмечалось также, однако наибольшие потери отмечены в контроле – 4,2 %, при хранении в РГС с содержанием углекислого газа 5 % потери составили 1,3 % и с содержанием углекислого газа 2 % - распространённость болезни не превышала 1,5 %. При хранении плодов яблони в условиях регулируемой газовой среды значительно снижаются потери от инфекционных заболеваний, причём с увеличением концентрации углекислого газа распространённость грибных инфекций снижается, данная закономерность характерна для сортов Алеся, Антей, Весялина, Вербное, Дарунак, Надзейны, Теллисааре.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали значимое влияние фактора РГС на выход здоровых плодов, естественную убыль массы и распространённость инфекционных заболеваний плодов яблони изучаемых сортов. Выводы: Регулируемая газовая среда составами (3 % O₂ и 5 % CO₂) и (2 % O₂ и 2 % CO₂) снижает потери от естественной убыли массы плодов яблони сортов Алеся, Антей, Белорусское сладкое, Весялина, Вербное, Дарунак, Заславское, Имант, Память Коваленко,

Поспех, Надзейны, Телисааре в период длительного хранения в 2-3 раза по сравнению с нормальной атмосферой. РГС составом (3 % кислорода и 5 % углекислого газа) является наиболее благоприятной средой для сохранности плодов сортов Алеся, Антей, Белорусское сладкое, Весялина, Вербное, Дарунак, Имант, Надзейны, Телисааре. Для сорта Заславское наиболее приемлемо хранение в РГС с составом газовой смеси (1% кислорода и 2 % углекислого газа). Плоды яблони сортов Память Коваленко и Поспех лучше хранятся в условиях нормальной атмосферы. Регулируемая газовая среда (3 % O₂ и 5 % CO₂) и (2 % O₂ и 2 % CO₂) полностью предохраняла плоды от распространённости увядания, в то время, как в контроле потери от данного физиологического расстройства составляли 2,9-19,0 %.

Таблица 1 - Товарные показатели плодов яблони после длительного хранения в условиях обычной и регулируемой атмосферы (РУП «Институт плодоводства» 2011-2013 гг.), %

Вариант опыта	Естественная убыль массы	Выход здоровых плодов	Увядание	Горькая ямчатость	Горькая гниль	Плодовая гниль	Пенициллённая гниль	Загар	Парша	Сумма инфекционных заболеваний
Алеся										
ОГС	3,0	81,7	3,6	0	7,3	2,4	5,0	0	0	14,7
РГС 3+5	1,0	99,2	0	0	0	0,8	0	0	0	0,8
РГС 1+2	1,5	93,3	0	0	5,5	1,2	0	0	0	6,7
Антей										
ОГС	3,5	69,9	9,8	8,9	7,2	0	1,7	0	2,5	11,4
РГС 3+5	1,2	92,8	0	1,4	3,3	0	0,7	0	1,8	5,8
РГС 1+2	1,0	90,8	0	0,8	4,2	0,6	2,2	0	1,4	8,4
Белорусское сладкое										
ОГС	2,9	70,5	6,0	9,3	2,9	1,8	0,8	0	8,7	14,2
РГС 3+5	0,3	80,3	0	2,6	10,6	4,4	0,9	0	1,2	17,1
РГС 1+2	1,3	78,3	0	3,2	9,3	4,7	0,9	0	3,6	18,5
Весялина										
ОГС	3,7	73,9	0	0	13,7	2,6	2,9	0	6,9	26,1
РГС 3+5	0,6	93,8	0	0	3,4	0,8	0,7	1,3	0	4,9
РГС 1+2	1,4	90,8	0	0	7,8	1,4	0	0	0	9,2
Вербное										
ОГС	3,8	58,4	0	0	25,0	0,9	1,8	0	13,9	41,6
РГС 3+5	0,4	84,3	0	0	15,7	0	0	0	0	15,7
РГС 1+2	1,3	83,6	0	0	12,3	1,3	2,8	0	0	16,4
Дарунак										
ОГС	4,6	71,2	19,0	0	3,2	0	0	4,2	2,4	5,6
РГС 3+5	0,1	94,4	0	0	2,9	0	0	1,3	1,4	4,3
РГС 1+2	1,6	93,4	0	0	3,4	1,7	0	1,5		5,1
Заславское										
ОГС	3,1	74,5	1,5	7,6	9,6	1,4	0	0	5,4	16,4
РГС 3+5	0,4	89,7	0	0	7,8	0	0	0	2,5	10,3
РГС 1+2	1,9	93,2	0	0	3,1	1,0	0	0	2,7	6,8
Имант										