

РГС — система сбережения плодов и овощей

Работа международных, отраслевых и региональных выставок в России по тематике, связанной с заготовкой и хранением продовольствия и сельскохозяйственного сырья показывает, что в последние 2-3 года возрос интерес потенциальных заказчиков к прогрессивным методам хранения плодов и овощей в регулируемой газовой среде (РГС).

Подобные эффективные методы длительного хранения особо важны с учетом наличия эмбарго России и реализации программы импортозамещения по пищевой и сельскохозяйственной продукции в ответ на экономические санкции стран ЕС и США.

По данным [1] ориентировочный объем производства фруктов и овощей в мире достигает ежегодно около 600 млн тонн и 900

Основными причинами потерь свежей плодовоовощной продукции при хранении являются: убыль массы в процессе дыхания, испарения и прорастания с потерями воды и сухих веществ, сопровождаемая созреванием и перезреванием, старением и ростовой активностью; различного рода болезни, а также механические повреждения.

Нехватку плодов и овощей приходится восполнять большими закупками за рубежом за валюту, что приводит к заметному удорожанию продукции для населения.

Россия в силах существенно сократить импортозависимость по плодовоовощной продукции, в случае уменьшения ее потерь на пути от заготовки до потребителя. Физическая утрата плодов и овощей в настоящее время по данным ГНУ ВНИИ холодильной промышленности (Г.А. Белозеров, 2013 г.) составляет около 30% по овощам и до 35% по фруктам. В то же время, по сведениям Международного института холода, такого рода потери в развитых странах зарубежья составляют не более 12%. Львиная доля потерь в холодильной цепи поставки плодовоовощной продукции населению приходится на их хранение в осенне-зимний и весенний периоды. Одним из эффективных методов сокращения потерь овощей и фруктов является их хранение в холоде в сочетании с РГС.

1. Историческая справка

Метод хранения растительной продукции в холоде с РГС хорошо известен и широко применяется в развитых странах мира, так как позволяет увеличить сроки хранения плодовоовощной

млн тонн соответственно. В России, по данным Международного форума «Овощ Культ 2016» (апрель 2016 г.), эти объемы составляют более 5 млн тонн по фруктам и 16 млн тонн по овощам. Дефицит обеспечения населения отечественной продукцией в межсезонье составляет не менее 50% по овощам (импорт овощей в 2015 году составил 2,6 млн тонн) и около 70% по фруктам. Наличие дефицита усугубляется различного рода потерями и недостатком холодильных емкостей для хранения. Только 45% товарного урожая овощей хранится в современных холодильниках. В этой связи к 2020 году намечено увеличить емкости современных хранилищ с 7 млн тонн в 2015 г. до 10,5 млн тонн.



продукции и существенно уменьшить ее потери без заметного снижения качества. Он основан на знании особенностей биохимии плодов и овощей после сбора урожая и в процессе их хранения [2,3,4].

В научном плане регулируемая атмосфера для фруктов впервые была упомянута французским ученым Бернардом в 1819 году. С 1856 по 1860 годы, в США началось опытное применение РГС для плодов с лучшим результатом по хранению яблок в течение 11 месяцев. Там же в 1903 году были проведены исследования по хранению фруктов и ягод в атмосфере азота, водорода, кислорода и диоксида углерода. Лучшими оказались результаты хранения продукции в атмосфере с высоким содержанием диоксида углерода. Масштабные исследования по РГС были проведены в Англии, начиная с 1918 года. В России такие исследования проводили с 1913 года ученые: Я.Я. Никитинский, С.С. Загорянский, затем Ф.В. Церевитинов, а позже Л.В. Метлицкий, А.А. Колесник, В.А. Гудковский и др.

Исторически понятие «хранение в регулируемой атмосфере» было введено в обиход в середине 30-х годов в США ученым Р. Смоком. В наше время это понятие заключено в определение: «хранение в регулируемой газовой среде» (РГС), которое повсеместно используется в научных публикациях, в проектно-конструкторской документации и в реализованных объектах хранения плодоовощной продукции.

Широкое промышленное применение РГС в Европе, а затем и в Америке началось с 1950 года благодаря усилиям инженера Бономи, который с тех пор считается основателем европейской системы РГС. В настоящее время объем хранения плодов в РГС в развитых странах составляет от 30% в Австралии до 70% в Великобритании. В России эти объемы незначительны из-за малого количества холодильных емкостей с РГС. Первая промышленная камера хранения в РГС вместимостью 130 тонн была запущена в эксплуатацию в Москве в 1969 году [5].

В СССР фундаментальные и прикладные исследования РГС проводились в Институте биохимии им. А.Н. Баха [2,3], в ГипроНИИсельпроме, в Казахском НИИПВ, во ВНИИС им.

Мичурина и в некоторых южных союзных республиках. Отечественное оборудование по созданию РГС было разработано во ВНИИпромгаз (установки газовых сред УРГС-2, УРГС-5 и др.) и в НПО «Криогенмаш» (установки «БАРС» и их модификации). Оборудование НПО «Криогенмаш» поставлялось даже в Австралию [5–7].

2. Механизм сбережения плодов и овощей при хранении в РГС

При рассмотрении механизма воздействия РГС на состояние плодов и овощей следует отметить, что во всех случаях подразумевается хранение продукции в холоде в герметичном объеме при температуре от 0 до 4 °С (+/- 0,5 °С) в атмосфере обедненной кислородом обычно (не ниже 2% содержания в газовой смеси) и обогащенной углекислым газом (не выше 10% состава газовой смеси). Исключение по температуре содержания составляют некоторые виды ягод и винограда, которые можно хранить при температуре около – 1 °С, а также отдельные виды овощей (помидоры, картофель) и экзотические фрукты (бананы, авокадо, манго, лимоны). Они требуют температуры хранения около 12 °С. Таким образом, холод является основой технологии хранения, а РГС помогает сберечь высокое качество плодов и овощей и сократить их потери в 2-3 раза от естественной убыли, физиологических болезней и

Азотный генератор PSA



Азотный генератор PSA производит из воздуха окружающей среды чистый азот. Его используют для удаления или же вытеснения кислорода из камеры в целях создания регулируемой газовой среды.

Генератор азота PSA состоит из двух емкостей с CMS высокого качества (CMS – углеродное молекулярное сито). Молекулярное сито может на протяжении определенного времени адсорбировать молекулы кислорода.

Когда одна из емкостей насыщается полностью, с помощью перепускного клапана происходит автоматическое переключение на другую емкость. В наполненной емкости в это время осуществляется процесс регенерации для последующего цикла поглощений молекул кислорода.

Такой простой принцип существенно повышает надежность и продолжительность сроков службы оборудования.

Конвертор (очиститель) этилена



Газ этилен выделяется продукцией и стимулирует созревание, поэтому контроль над содержанием этилена дает возможность создавать склады с регулируемой газовой средой, что позволяет хранить продукты длительный период времени. Для удаления газа этилена из холодильной камеры используется конвертор этилена.

Конвертор, или очиститель этилена, состоит из двух идентичных колонн, в конструкцию которых вмонтированы: теплоаккумулятор, катализатор, нагревательные элементы и вентилятор. При попадании воздуха из холодильной камеры в любую из колонн он направляется вверх, где нагревается, а затем проходит через катализатор, в котором распадаются молекулы этилена. Для обеспечения большей эффективности воздух пропускается через второй катализатор, в котором окончательно нейтрализуется оставшийся этилен, после этого воздух снова охлаждается и подается обратно в камеру.

микробиологической порчи в процессе длительного хранения. Необходимым компонентом технологии хранения является повышенная влажность воздуха, которая составляет от 90 до 95% в зависимости от вида продукции.

В чем же заключается сущность механизма работы РГС по отношению к свежей плодово-овощной продукции?

Известно, что одной из основных характеристик плодово-овощной продукции при ее хранении является интенсивность дыхания,

которая сильно зависит от температуры содержания плодов и овощей в камере хранения. Биологическая роль дыхания состоит в том, чтобы обеспечивать живые ткани плодов и овощей энергией, необходимой для их жизнедеятельности, при этом часть теплоты дыхания выделяется в атмосферу. Практически срок хранения плодов и овощей обратно пропорционален объему тепла, выделяемого, в процессе дыхания, следовательно, уменьшение интенсивности дыхания позволяет продлить срок хранения продукции, например, путем снижения температуры хранения. В таблице 1 показана интенсивность дыхания ряда овощей и фруктов при разной температуре хранения.

Установлено, что наряду с холодом интенсивность дыхания плодов и овощей можно регулировать и снижать до оптимальных значений также путем изменения газовой среды в объеме хранения. Данное утверждение верно и для снижения потерь продукции от различного рода болезней и микробиологической порчи [2–7]. Высокие результаты по хранению плодов и овощей в РГС основаны на оптимальном регулировании процессов послеуборочного дозревания продукции, благодаря чему тормозится старение растительных тканей, уменьшается поражение болезнями и снижаются потери от естественной убыли.

Таблица 1. Зависимость интенсивности дыхания плодов и овощей от температуры хранения

Вид продукта	Температура хранения, °С	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ на 1 кг в час
Яблоко	0	6,8
	18	47,5
	30	155,5
Виноград	0	1,6
	30	48,0
Свекла	1,0	5,6
	5,0	11,5
Морковь	1,0	5,4
	5,0	7,2
Картофель	0	3,7
	5,0	4,2
	10	5,2
	20	18,2

Как известно, в обычной газовой среде — атмосфере содержится 21% кислорода, 0,03% углекислого газа, остальное — азот. Изменение концентрации каждого из указанных газов (в меньшей степени азота) влияет на метаболические, биохимические и иные процессы в плодоовощной продукции после закладки урожая на хранение [1–4].

Например, уменьшение концентрации кислорода непосредственно связано со снижением интенсивности дыхания плодов и овощей и степени образования этилена — газа, ответственного за «старение» плодоовощной продукции. При этом уменьшается степень окисления и разрушения пектинов, распада хлорофилла, изменения жирового и кислотного синтеза, трансформации структуры тканей, развития физиологических болезней и др., а в целом, замедляется созревание, и увеличивается продолжительность хранения.

Повышенное содержания углекислого газа замедляет обменные реакции, задерживает начало созревания и перезревания, тормозит ряд ферментативных реакций, изменяет в лучшую сторону метаболизм органических кислот, уменьшает степень распада пектиновых компонентов, задерживает распад хлорофилла и развития физиологических болезней, подавляет воздействие этилена и грибковых заболеваний, сохраняет структуру тканей плодов и овощей и т.д.

Азот, не оказывает заметного ингибирующего воздействия на развитие микроорганизмов и не влияет непосредственно на стабильность хранимой продукции. Его используют в ряде случаев хранения продукции в РГС для вытеснения избытков кислорода, который способствует окислению жиров и развитию анаэробных бактерий.

3. Методы хранения плодов и овощей в РГС

Требования к плодоовощной продукции, закладываемой на хранение в РГС, и условия ее хранения подробно изложены в многочисленных публикациях и рекомендациях, например, [1,2,4,7], а также в ГОСТ Р 50421-92 ФРУКТЫ И

ОВОЩИ «Принципы и технологические приемы хранения в регулируемых газовых средах». В данной публикации мы лишь кратко напомним о методах хранения в РГС и устройствах для их реализации.

На практике при хранении овощей и фруктов обычно используют два вида РГС:

- формируемую искусственным путем в герметичных холодильных камерах с помощью специального оборудования и установок, далее собственно РГС;
- создаваемую за счет естественного дыхания продукции, размещенной в холоде обычно в полимерные упаковки с избирательной проницаемостью для газов или с диффузионными вставками, с дифференциальной проницаемостью по основным газовым компонентам кислороду и углекислому газу — модифицированная газовая среда (МГС).

В первом случае выход на оптимальный режим хранения в РГС осуществляется в течение 2–3 дней, в то время как в случае МГС оптимальная для хранения газовая среда без дополнительных мероприятий образуется в течение двух-трех недель. Теория и практика создания и применения МГС для растительной продукции изложены в [3,4,8].

Согласно ГОСТ Р 50421-92 различают два типа РГС по составу газовых компонент.

- **Тип 1.** — Газовая среда с незначительной пониженной объемной долей кислорода (от 11 до 18%) и повышенной объемной долей диоксида углерода (от 3 до 10%) при их сумме 21%, остальное — азот. Такой состав газовой среды характерен для разновидности РГС, так называемой МГС (модифицированной газовой среды).
- **Тип 2.** — Газовая среда с содержанием кислорода от 2 до 4% и от 3 до 5% диоксида углерода либо со сниженной концентрацией кислорода от 1 до 3% и от 1 до 2% диоксида углерода. В этом случае суммарная объемная доля их в газовой смеси заведомо ниже 21%. Составы газовой среды второго типа для промышленного хранения формируются с использованием сложного специального оборудования.

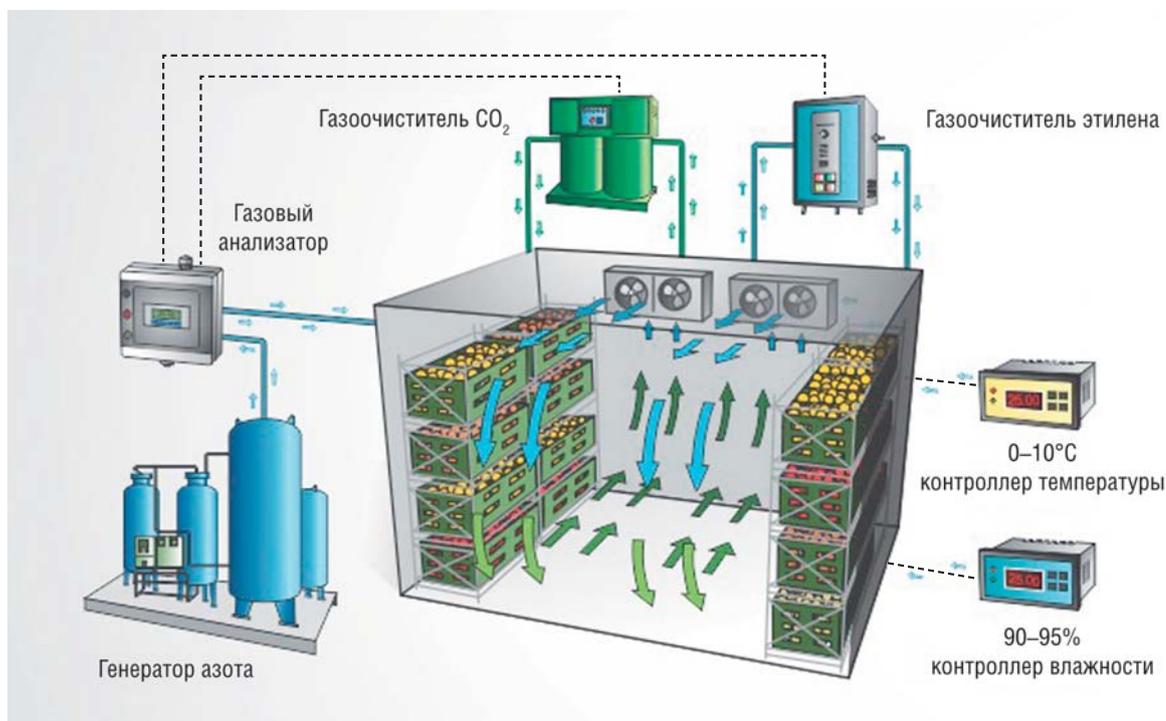


Рис. 1. Промышленная система хранения плодов и овощей в РГС.

3.1. Искусственное формирование РГС

На рис.1 представлена промышленная система хранения плодов и овощей в РГС.

Данная система хранения плодов и овощей в РГС предусматривает использование адсорбера (скруббера) для удаления из камеры избытка диоксида углерода. Далее он поглощается раство-

рами этаноламинов, щелочей, активированным углем, гашеной известью и др. Генератор азота применяется для быстрого выхода на режим хранения в РГС путем вытеснения воздуха и понижения концентрации кислорода в газовой смеси.

Детальная схема формирования РГС в камере хранения представлена на рис. 2.

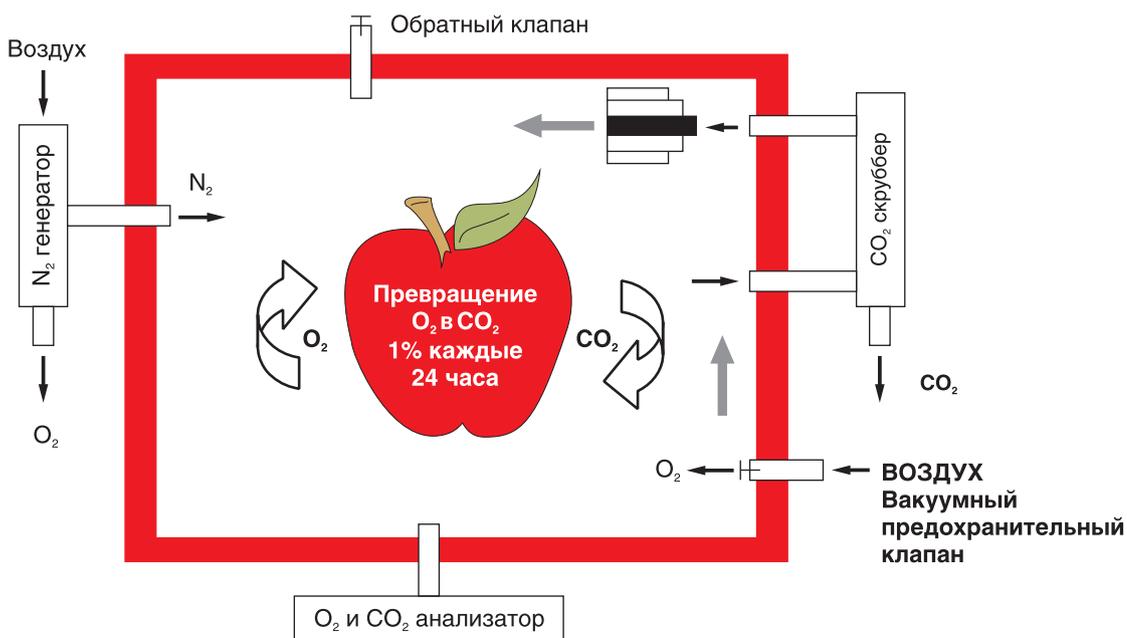


Рис. 2. Комплексная схема формирования РГС в камере хранения.

Классический метод создания РГС с помощью газовых генераторов, например, типа УРГС заключается в получении газовых смесей за счет сжигания горючих газов, с последующим охлаждением и очисткой смеси перед подачей в герметичную камеру хранения [4–6].

В генераторных установках открытого (проточного) типа после сжигания газа в присутствии атмосферного кислорода, полученную газовую смесь подают непосредственно в камеру с РГС и вытесняют избыток газов в атмосферу. В этом случае реализуется схема получения РГС по цепочке: атмосфера → генератор → камера хранения → атмосфера.

Генераторы рециркуляционного типа обеспечивают замкнутую схему циркуляции газовой среды: камера → генератор → камера. При такой схеме горючие газы сжигают с помощью специальных каталитических горелок в кислороде газовой среды, забранной из камеры хранения продукции. Полученные и очищенные продукты сжигания в газовой фазе подают в камеру. Подобные генераторы по сравнению с проточными экономичнее, т.к. расходуют меньше топлива — горючего газа на единицу массы сохраняемой продукции.

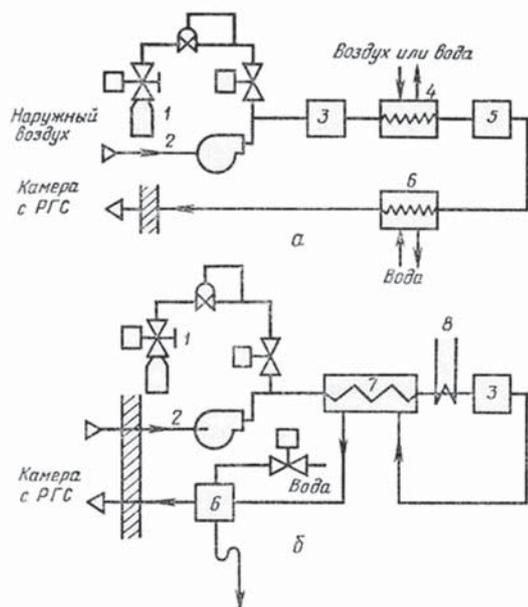


Рис. 3. Схемы установки для искусственного формирования газовых сред: **а)** с генератором проточного типа; **б)** с генератором рециркуляционного типа: 1 – баллон для сжиженного газа; 2 – воздуходувка; 3 – реактор - горелка; 4 – промежуточный охладитель; 5 – каталитический блок; 6 – охладитель; 7 – теплообменник; 8 – электронагреватель.

Создание РГС с помощью диффузионной газоразделительной установки, например, типа «БАРС» производства НПО «Криогенмаш» обычно подразумевает наличие блока азотного снабжения для ускоренного вытеснения воздуха и снижения концентрации кислорода в камере хранения [1,2,4]. Оптимальный газовый состав регулируется с помощью газообменника — диффузора кассетного типа, принцип действия которого основан на мембранном разделении газовых смесей. За рубежом данный метод разработан во Франции (Марселлен) и широко применяется в практике хранения. Избыток углекислого газа от дыхания продукции удаляется через мембранный газообменник, а недостаток кислорода пополняется из атмосферы. Автоматическое регулирование состава РГС составляет обычно по диоксиду углерода от 4 до 10%, а по кислороду от 3 до 10%.

Большой проблемой технологии хранения плодов и овощей является наличие выделений этилена в процессе их дыхания от 0,01 мл/кг.час для капусты, картофеля, салата, клубники, вишни, цитрусовых до 100 мл/кг.час для яблок, груш, персиков, слив и абрикосов. Он способствует перезреванию продукции, старению ее тканевых структур и развитию различных заболеваний, что приводит, в конечном итоге, к физическим потерям и утрате товарного вида в том числе и при хранении плодов и овощей в РГС.

Для подавления и нейтрализации этилена применяют различного рода ингибиторы и поглотители. За рубежом известны установки по нейтрализации этилена Bioconservacion (Испания), ОЕС компании «ОНИНЕН ОЮ» (Финляндия) и др. с прокачкой газовой среды камеры хранения через кассеты или каталитический конвертер с гранулами из смеси глины и перманганата калия и др. Из отечественных ингибиторов этилена можно отметить: «Фитомаг» на основе 1-метилциклопропена, перманганат калия и некоторые другие [1,4,7].

В 1987 – 89 гг. в СССР были изобретены и испытаны эффективные гранулированные составы — ингибиторы этилена с возможностью регенерации для многократного применения при хранении плодов и овощей [8,9]. Важное их отличие от известных составов заключается в том, что гранулы на основе высокопористого оксида алюминия, насыщены в определенной

концентрации ингибиторами этилена: перманганатом калия (А/С № 1584160, 1987 г.); или перманганатом натрия (А/С № 1584160, 1989 г.); или перманганатом натрия с неорганическим соединением натрия (А/С № 1584161, 1989 г.). Данная группа препаратов была защищена общим товарным знаком «СОРБИЛЕН», однако в период «перестройки» и развала СССР не была востребована в промышленном масштабе.

Рекомендуемые режимы хранения плодов и овощей в РГС изложены в многих источниках информации [1,2,4,7,8]. Что касается яблок, то наиболее достоверные и корректные сведения, для практического применения приведены в ГОСТ Р 50528–93 (ИСО 8682–87) Яблоки свежие. Хранение в контролируемой атмосфере. Оптимальные условия хранения яблок изложены в ГОСТ Р 50419 и ГОСТ Р 50421.

Согласно указанным документам, для яблок основных сортов, потребляемых в России, в зависимости от сорта рекомендованы режимы хранения в РГС по газовому составу: кислорода от 2 до 4%, углекислого газа — от 2 до 5% при влажности в камере хранения 90–95% и температуре содержания от 0 до 4 °С. Срок хранения в таких условиях составляет от 150 до 240 дней без заметной потери качества.

В сводной таблице 2 приведены обобщенные данные из различных источников информации

по режимам хранения плодов и овощей в РГС [1,2,4,6,7,8].

3.2. Хранение плодов и овощей в МГС

Как отмечалось выше, так называемую модифицированную газовую среду (МГС) получают за счет естественного дыхания продукции, размещенной в холоде обычно в полимерные упаковки различной емкости из материала, обладающего избирательной проницаемостью для газов или с диффузионными вставками, с дифференциальной проницаемостью по основным газовым компонентам кислороду и углекислому газу.

Принцип действия подобных упаковок основан на различной скорости проникновения основных компонентов газовой среды через материал упаковки либо через вставку-мембрану с газоселективными свойствами. Избыток диоксида углерода от дыхания продукции самопроизвольно, за счет высокого парциального давления, транспортируется наружу упаковки, а недостаток кислорода, потраченного на дыхание до определенного процентного содержания, пополняется в упаковке из атмосферы. Рекомендуется перед герметизацией упаковок производить предварительное охлаждение продукции до температуры близкой к температуре хранения.

В этом случае нет необходимости в специальных герметизированных камерах и дорогом

Таблица 2. Режимы хранения плодов и овощей в РГС при влажности 90-95%

Продукция	Температура, °С	Содержание O ₂ , %	Содержание CO ₂ , %	Срок хранения
Яблоко	0...+2	2–4	2–5	8–10 мес.
Виноград	-1...0	2–3	1–3	5–7 мес.
Вишня	0...+1	3–4	8–10	25–30 дней
Груша	-1...+1	2–6	2–8	6–8 мес.
Апельсин	+4...+6	4–5	3–4	2–3 мес.
Клубника	0...+1	2–3	8–10	3–4 недели
Персик	0...+1	2–3	3–5	4–5 недель
Слива	0...+1	2–3	2–3	7–8 недель
Черешня	0...+4	3–10	10–15	25–30 дней
Банан	+12...+13	2–3	3–5	4–5 недель
Помидор	+10...+12	4–5	2–3	3–4 недели
Капуста цвет.	0...+1	3–4	5–7	4–7 недель
Перец струч.	+5...+7	3–4	5–7	4–6 недель
Зеленные овощи	0...+2	2–4	2–3	3–5 недель
Грибы	0...+2	2–3	3–4	3-4 недели
Авокадо/Манго	+10...+12	2–3	3–7	1–2 мес.
Цветы срезка	0...+2	2–3	3–4	3–5 недель

оборудовании для создания и поддержания оптимального состава газовой среды. При хранении плодов и овощей в МГС герметизируются только полимерные пленочные упаковки обычно в виде вкладышей в ящики или контейнеры или накладки на штабель с продукцией. Все они снабжаются газоселективными вставками.

В бытовых условиях можно использовать затворы для укупорки стеклянных консервных банок [10] с газоселективной мембраной и фильтром-адсорбентом по А/С СССР № 589163, 1976 г. и № 691354, 1977 г., а также № 843423, 1977 г. с возможностью электроантисептирования и регенерации.

Для улучшения результатов хранения плодов и овощей в МГС применяют различные дополнительные приемы и материалы. Например, в Италии был запатентован процесс технологии хранения продукции, основанный на использовании известного количества газообразной и твердой углекислоты. Принцип хранения в МГС в этом случае заключается в том, что в упаковку с полупроницаемыми свойствами или газоселективным элементом дополнительно вкладывается некоторое количество «сухого льда» — твердой углекислоты. Это позволяет интенсивно воздействовать углекислым газом на продукт и установить равновесное состояние между содержимым упаковки и газовой средой внутри нее, при этом избыточное давление уравновешивается растворенной фазой.

Интрига по мировой новизне данного способа заключается в том, что еще до итальянцев он был изобретен в СССР и защищен А/С № 1026705, 1982 г.с официальным внедрением в системе «Агропрома СССР» [11], однако, итальянские «авторы» не посчитали нужным сослаться на данное российское изобретение.

В развитие этого изобретения были разработаны эффективные способы хранения сельскохозяйственной продукции в МГС [12], защищенные: А/С СССР, № 1274645, 1984 г.; А/С № 1321385, 1985 г.; А/С № 1402289, 1986 г.; А/С № 1414353, 1987 г.; А/С № 1660623, 1987 г. и А/С № 1565396, 1988 г. Из-за отсутствия заинтересованности чиновников, во внедрении инновационных разработок они до сих пор не применяются в промышленном масштабе.

Известны способы хранения плодов в МГС в полимерных упаковках со вставками селек-

тивной проницаемости по кислороду и углекислому газу [1,2,4,7]. Например, хранение яблок и груш в герметично закрытых пакетах различной емкости для ящиков и контейнеров из полиэтилена толщиной 40-60 мкм при составе газовой среды: для яблок — кислорода 7...10% и диоксида углерода 3...5%; для груш — 9...11% и 7...8%, соответственно. Продукция выходит на оптимальный режим хранения по газовому составу в течение 2-3 недель. Для промышленного хранения плодов применяют крупногабаритные пленочные контейнеры или упаковки-накладки вместимостью 0,6...10 тонн,

Станция контроля РГС (система автоматического газоанализа)

Станция контроля атмосферы (СКА) представляет собой систему автоматического анализа процентного содержания газов внутри холодильной камеры. Таким образом, задав один раз необходимые вам параметры внутренней атмосферы камеры, вы можете полностью обеспечить ее автоматическую работу без участия персонала.

Система газоанализа будет измерять значения содержания газов в воздухе, сравнивать их с заданными параметрами и регулировать состав воздуха внутри холодильной камеры.

При необходимости заданные параметры можно изменить и отрегулировать согласно изменившимся требованиям. Система газоанализа позволяет контролировать содержание кислорода (O_2), азота (N_2), углекислого газа (CO_2) и этилена (C_2H_4), а также поддерживать определенную температуру и относительную влажность.

Подобная система позволяет контролировать каждый параметр газовой среды в камере по отдельности, что обеспечивает большую точность измерений и возможность программирования желаемых результатов. Именно это необходимо при работе с холодильными камерами — контроль и регулирование всей системы изнутри без вмешательства и внешнего воздействия. Таким образом, можно не только отслеживать малейшие изменения во внутренней среде камеры, но и продлить срок ее службы.

По желанию, можно настроить графическое отображение результатов измерений или их распечатку, что облегчает ведение статистики и позволяет проводить сравнительные анализы показателей за определенный период времени.

Система автоматического газоанализа жизненно необходима для создания регулируемой газовой среды, при строительстве хранилища плодов и овощей и его эксплуатации.



Анализатор кислорода и углекислого газа

Устройства служат для ежедневной проверки количества содержания кислорода и углекислого газа и соответствующего оповещения оператора.

Защита холодильных камер



Во время эксплуатации холодильная камера все время подвергается внешнему воздействию. Воздействия извне, к примеру, изменения в атмосфере влияют на температуру и давление внутри камеры. При отсутствии необходимой защиты в таких условиях камера быстро выйдет из строя.

Изменение температуры внутри холодильной камеры влечет за собой изменение объема воздуха, находящегося внутри. Во избежание повреждений камеры используется воздушная емкость-буфер (буфер-легкое). При повышенном давлении туда попадает избыток воздуха, снижая тем самым давление внутри камеры, а при пониженном давлении воздух возвращается обратно, повышая давление. Таким образом, камера и буфер представляют собой закрытую систему, в которую не попадает нежелательный воздух, обогащенный кислородом.

Резкие перепады давления внутри камеры оказывают негативное воздействие на стены, полы и потолки. Они могут быстро прийти в негодность, если не позаботиться об их защите. С помощью клапанов для нормализации давления можно следить за его перепадами и избежать поломки оборудования.

При хранении и охлаждении продуктов в холодильной камере необходимо поддерживать низкое процентное содержание углекислого газа. Обеспечить это можно при помощи вентиляции воздуха и дозированной подачи кислорода. Для контроля за уровнем давления используется микро-измеритель, а ручной клапан-анализатор можно использовать для взятия проб газа из холодильной камеры. Защиту холодильных камер необходимо производить для создания качественной регулируемой газовой среды.

из полиэтилена толщиной 100...200 мкм со встроенными газоселективными мембранами при этом рекомендуется режим МГС с содержанием по кислороду 2–3% и 3–5% по углекислому газу. Для хранения в МГС наиболее пригодны яблоки и груши зимних лежких сортов. Следует отметить, что согласно ГОСТ Р 50421-92 при хранении плодов и овощей в МГС до-

пускается содержание кислорода от 11 до 18% и углекислого газа — от 3 до 10%.

В целом метод хранения в МГС позволяет увеличить сроки содержания, например, плодов (яблок и груш) в холоде при 0...+5 °С на 1–2 месяца по сравнению с традиционным методом хранения в холоде. Потери от естественной убыли массы и различных видов заболеваний в этом случае сокращаются в 1,5–2 раза в зависимости от вида продукции.

Эффективность различных способов хранения плодов и овощей определяется, прежде всего, их сбережением — снижением количественных потерь и утраты качества, как по составу, так и по полезности, увеличением сроков хранения и сокращением затрат на процесс хранения продукции. Например, эффективность хранения плодов в РГС выгодна экономически, т.к. по сравнению с обычным хранением в холоде выход стандартной продукции в зависимости от сорта возрастает на 10 – 35%, срок хранения увеличивается на 1,5–3 месяца, а потери от естественной убыли снижаются в 1,5–3 раза [1,2,4].

За последние 5–7 лет в России были реализованы, в том числе и отечественными компаниями, проекты холодильников по хранению плодоовощной продукции в РГС общей вместимостью более 10 тыс. тонн.

Этого, конечно, недостаточно для обеспечения стабильного круглогодичного снабжения населения свежей плодоовощной продукцией. Есть надежда, что до 2020 года работа в этом направлении заметно активизируется.

**к.т.н. А.М. Рукавишников,
А.П. Шавель, А.П. Власов**

Источники информации

1. Неменуца Л.А., Степанищева Н.М., Соломатин Д.М. Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции: научно-аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформмагротех», 2009.-172 с.
2. Метлицкий Л.В. и др. Хранение плодов в регулируемой газовой среде//М.: Экономика, 1972, 181 с.
3. Метлицкий Л.В. Биохимия плодов и овощей//М.: Экономика, 1976.
4. Федоров М.А. Промышленное хранение плодов. – М.: Колос, 1981. – 184 с.
5. Гудковский В.А., Семашко В.Я. Промышленный опыт хранения фруктов в регулируемой газовой среде. Алма-Ата, Каз. НИИТИ, 1977, 94 с.
6. Гудковский В.А. Система сокращения потерь и сохранение качества плодов и винограда при хранении. Методические рекомендации. ВНИИС им. Мичурина. Мичуринск, 1990, 119 с.
7. Гудковский В.А. и др. Инновационные технологии хранения плодов//Достижения науки и техники АПК, №8, 2010, с.72-74.
8. Рукавишников А.М. Разработка и исследование контейнеров с газоселективными мембранами, адсорбентами и антисепторами для хранения цветочной продукции//Автореферат диссертации К.т.н., 1989.
9. Рукавишников А.М., Ефимов Н.К. и др. А/С СССР № 1457850, 1987 г., № 1584160, 1989 г. № 1584161. 1989 г.
10. Калачев С.Л. Рукавишников А.М. и др. А/С СССР №691354, 1977 г., №843423 1977 г.
11. Стаховский А.М., Рукавишников А.М. и др. А/С СССР № 1026705, 1982 г.
12. Стаховский А.М., Рукавишников А.М. и др. А/С СССР № 1274645, 1984 г.; А/С СССР № 1321385, 1985 г.; А/С СССР № 1402289, 1986 г.; А/С СССР № 1414353, 1987 г.; А/С СССР № 1660623, 1987 г. и А/С СССР № 1565396, 1988 г.