

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Е.А. Гартованная

## ОСНОВЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

*Учебно-методическое пособие  
для выполнения лабораторных работ  
по дисциплине  
«ТЕПЛО- И ХЛАДОТЕХНИКА»*

*для студентов всех форм обучения по направлениям  
подготовки бакалавров  
19.03.02 – Продукты питания из растительного сырья*

Благовещенск  
Издательство  
Дальневосточного государственного аграрного университета  
2017

УДК 621.5+621.1(075.8)  
ББК 31.392+31.3я7  
Г21

*Рецензент – Ермолаева Анна Владимировна,  
кандидат. технических наук, доцент кафедры  
технологии переработки продукции растениеводства  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ*

**Г21 Гартованная, Елена Александровна**

Основы холодильной технологии : учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Холодильная техника и технология» / канд. техн. наук, доц. Е. А. Гартованная. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2017. – 39[1] с.

Составлено в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины «Тепло- и хладотехника». Содержит теоретический материал для выполнения лабораторных работ, контрольные вопросы по теоретической и практической части дисциплины.

Предназначено для выполнения лабораторных работ студентами всех форм обучения по направлению подготовки бакалавров 19.03.02 – Продукты питания из растительного сырья.

**УДК 621.5+621.1(075.8)**  
**ББК 31.392+31.3я7**

Рекомендовано к изданию методическим советом технологического факультета Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №5 от 25 января 2017 года).

© Гартованная Е.А., 2017  
© ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, 2017  
© Оформление. Изд-во Дальневосточного  
гос. аграрного ун-та, 2017

**СОДЕРЖАНИЕ**

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ .....	4
<i>Лабораторная работа №1</i> Параметры холодильной среды и методы контроля .....	5
<i>Лабораторная работа № 2</i> Вспомогательные средства, применяемые при холодильном хранении пищевых продуктов .....	10
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСЕРВИРОВАНИИ ХОЛОДОМ ..	17
<i>Лабораторная работа №3</i> Охлаждение пищевых продуктов и охлаждающие среды .....	19
<i>Лабораторная работа №4</i> Замораживание пищевых продуктов .....	22
<i>Лабораторная работа №5</i> Холодильное хранение пищевых продуктов .....	26
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	33
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	35

## **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Известно, что одни пищевые продукты, например мука, крупы, сахар, в обычных условиях хранения длительное время не портятся, а качество других продуктов относительно быстро ухудшается - меняется их вкус, запах, консистенция, цвет. Такие продукты называют скоропортящимися. К ним относятся мясо, рыба, птица, молоко, жиры, яйца, плоды, овощи, ягоды и др. Для их сохранения требуются специальные условия. Создание таких условий посредством искусственного холода составляет сущность холодильной технологии.

С развитием холодильной техники исследовались и совершенствовались режимы и методы использования холода для обработки и сохранения пищевых продуктов. Возникла отдельная отрасль пищевой технологии - холодильная технология пищевых продуктов. Задачи холодильной технологии можно свести к трем основным положениям.

1. Широкое исследование состава, структуры и свойств пищевых продуктов, изучение процессов, протекающих в продуктах, эффективное регулирование этих процессов в желательном направлении посредством изменения температуры и других факторов.

2. Разработка рациональных способов внешнего воздействия при холодильной обработке и хранении продуктов, а также наиболее благоприятных режимов осуществления таких процессов в соответствии с важнейшими особенностями каждого вида продуктов и свойственными ему изменениями при хранении.

3. Создание технических средств для реализации разработанных способов; анализ и оценка пригодности таких средств для осуществления заданных процессов.

## **Лабораторная работа №1 ПАРАМЕТРЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ СРЕДЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ**

Параметром называется величина, сохраняющая свое постоянное значение при данных условиях. Совокупность взаимозависимых, а следовательно, и взаимоконтролируемых параметров позволяет достаточно точно характеризовать среду, в условиях которой осуществляется холодильная обработка пищевых продуктов.

Для термической обработки и хранения пищевых продуктов используют все три агрегатных состояния тела (газообразное, жидкое и твердое), но наибольшее применение находит газовая среда — воздух.

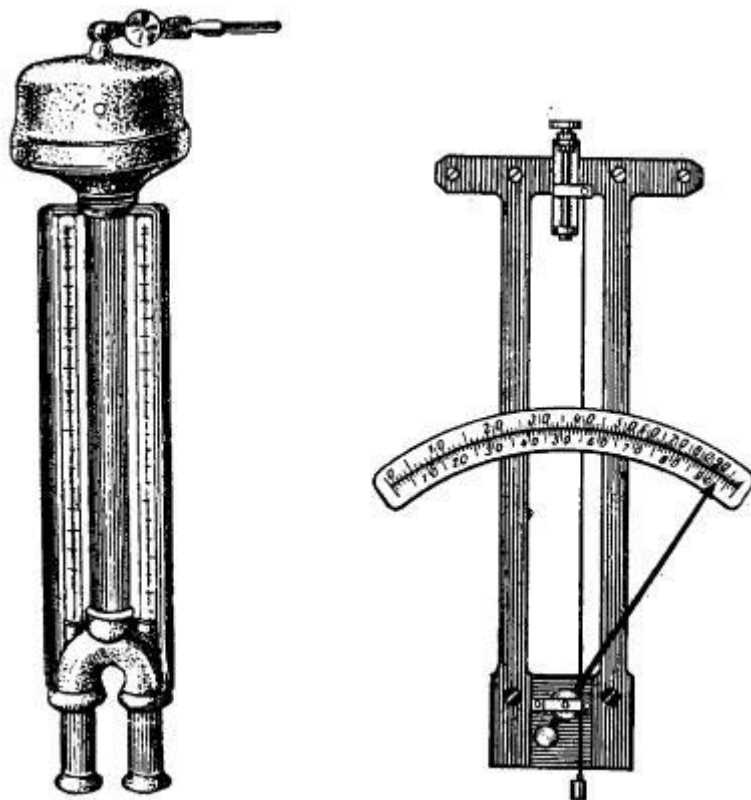
Важнейшими параметрами воздуха являются *температура, влажность и скорость его движения*. Хотя содержание водяного пара в воздухе сильно колеблется, оно оказывает существенное влияние на физические свойства газовой смеси, из которой состоит воздух.

Влажность воздуха определяют при помощи гигрографов, гигрометров, психрометров. Психрометры состоят из двух термометров: сухого и мокрого; шарик последнего обертывают марлей или батистом и смачивают водой из стаканчика. В результате испарения воды мокрый термометр охлаждается и показывает температуру ниже, чем сухой. Разница показаний термометров тем больше, чем суше воздух помещения. На рис. 1 показан простейший психрометр. Вверху каркаса прибора есть вентилятор с заводом для равномерного продувания воздуха вокруг термометра. Оба термометра заключены в металлическую оправу. Относительную влажность воздуха определяют на основании разности показаний обоих термометров и показаний сухого термометра по психрометрической таблице, прилагаемой к прибору.

Гигрометр — это прибор, работа которого основана на свойстве обезжиренного волоса человека удлиняться при увеличении влажности воздуха, и становиться короче при сухом воздухе. Гигрометр (рис. 1) имеет

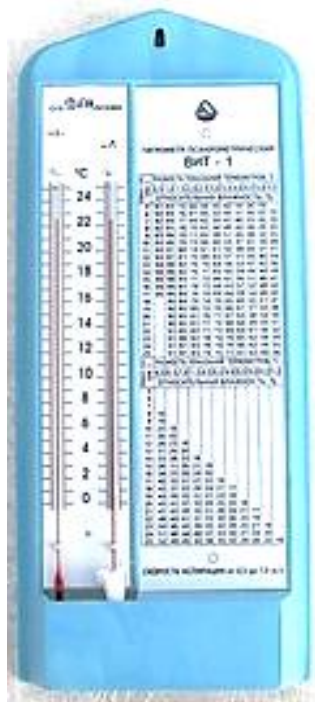
рамку, на которой подвешен в вертикальном положении волос, обернутый вокруг ролика и натягиваемый грузиком. На оси

ролика укреплена стрелка, на рамке — шкала. Стрелка в зависимости от состояния волоса передвигается вправо (при удлинении волоса) и влево (при укорочении волоса). Прибор перед работой несколько дней выдерживают в камере холодильника для создания равновесного состояния волоса. Показания его сопоставляют с показаниями психрометра.



**Рис.1. Психрометр и гигрометр**

Современным аналогом является термометр-гигрометр психрометрический для точного измерения температуры и относительной влажности в холодильном помещении. Рассмотрим на примере прибора ВИТ-1 (рис. 2). Применяется для измерения относительной влажности воздуха и температуры в складских



**Рис.2. Термометр-гигрометр психрометрический ВИТ-1**

помещениях, материальных комнатах, шелковичных, тепличных, птицеводческих хозяйствах. Такие приборы можно встретить в музеях, больницах, общественных местах, погребах, овощехранилищах, складах и других местах, где необходим строгий контроль относительной влажности. Диапазон измерения температуры сухого термометра от 0 °С до +25 °С. Диапазон измерения относительной влажности в зависимости от температур: от 20% до 90% при температуре: от 5 °С до +25 °С. Цена деления: 0,2 °С. Термометрическая жидкость ВИТ-1 и ВИТ-2 – толуол. Для смачивания фитиля предпочтительно использовать дистиллированную или слабуминерализованную воду, чтобы продлить его срок службы.

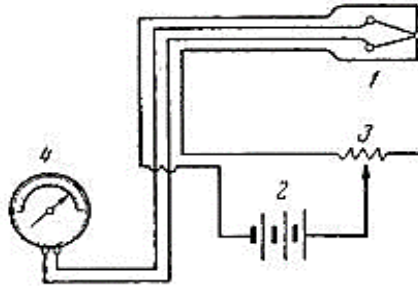
На пластмассовом основании закреплены два термометра, температурная шкала, психрометрическая таблица и стеклянный питатель. Один из термометров остаётся сухим, капилляр другого термометра - влажный. Утолщение капилляра «влажного»

термометра, где находится основной объём термометрической жидкости (это не ртуть, а вполне безобидный толуол) помещено в специальный трубчатый тканевый материал (фитиль), который хорошо впитывает воду. Второй конец этого материала помещают на несколько сантиметров в открытый конец изогнутой стеклянной трубки (питатель), в которую налита обычная вода (предпочтительно, дистиллированная). Весь материал оказывается смоченным и, под воздействием циркуляции воздуха, вода испаряется и охлаждает колбу капилляра. За счёт этого показания «сухого» и «влажного» термометров отличаются. Это и является ключевым моментом для определения относительной влажности

воздуха. Далее остаётся только считать показания «сухого» термометра и определить разницу показаний между «сухим» и «влажным» термометром. Относительную влажность воздуха можно найти в психрометрической таблице, прикреплённой прямо на корпусе прибора, в точке пересечения текущей температуры «сухого» термометра и разницы температур между «сухим» и «влажным» термометром. Отличия психрометров ВИТ-1 и ВИТ-2 заключаются в диапазоне измеряемой температуры, и, соответственно, относительной влажности. *Поверка гигрометров.* Гигрометры психрометрические являются одним из видов контрольно-измерительных приборов. Поэтому они имеют погрешность показаний, которая контролируется определенными нормативами. Каждый гигрометр ВИТ-1 и ВИТ-2, имеет индивидуальную государственную поверку. Это говорит о качестве реализуемой продукции, о жестком контроле качества выпускаемых заводом-производителем приборов. Межповерочный интервал психрометров гигрометрических ВИТ-1 и ВИТ-2 составляет 2 года. Вся эта и другая необходимая информация, указана в индивидуальном паспорте прибора (он же - свидетельство о поверке), который поставляется в комплекте.

Скорость движения воздуха измеряют анемометры. Анемометры состоят из силового механизма, приводимого в движение воздухом, и счетного механизма с циферблатом. Силовой механизм приводит в движение счетный при включении прибора при помощи пускового механизма и позволяет производить отсчеты за определенный промежуток времени. Время засекают по секундомеру. Скорость движения воздуха определяют в метрах за секунду, умножая полученные результаты на переводной множитель, зависящий от скорости движения воздуха и указываемый в паспорте прибора. Эти анемометры применяют для определения скоростей воздуха свыше 0,5 м/сек и в зоне воздушного потока воздуховода.

Работа электротермоанемометров (рис. 3) основана на изменении температуры проволоки, нагретой постоянным источником тока, в зависимости от скорости потока воздуха, в котором находится проволочная нить. Температуру нагретой нити воспринимает «горячий» слой термопары, а «холодный» слой ее имеет температуру окружающего воздуха.



**Рис.3. Схема электротермоанемометра:**  
 1- рабочая головка, 2-аккумуляторная батарея,  
 3- реостат настройки, 4- гальванометр



Электроток термопары измеряют гальванометром. Этот прибор должен быть протарирован согласно показателям другого точного прибора для измерения скорости движения воздуха. Кататермометры (рис. 4) — это спиртовые термометры, применяемые для определения незначительных скоростей воздуха при слабой естественной циркуляции его в камерах. Принцип работы основан на зависимости между продолжительностью охлаждения прибора и скоростью движения воздуха, которую определяют по формуле или номограмме, прилагаемой к прибору.

**Рис.4. Кататермометр**

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение, что такое «параметр».
2. Как влияют параметры на холодильную обработку продуктов?
3. Какие основные параметры, и какими приборами контролируются в холодильной технологии?
4. Расскажите устройство и принцип работы гигрометра.
5. Расскажите устройство и принцип работы анемометра.

**Лабораторная работа № 2**  
**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ**  
**ПРИ ХОЛОДИЛЬНОМ ХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ**  
**ПРОДУКТОВ**

К вспомогательным средствам, способствующим сохранению качества продуктов, можно отнести обработку ультрафиолетовыми лучами и ионизирующее облучение, применение специальной тары и упаковочных материалов, использование углекислоты, озона, антибиотиков и антиокислителей. Все эти средства способствуют удлинению сроков хранения пищевых продуктов только в сочетании с холодом.

**Ультрафиолетовые лучи.** Консервирующее действие ультрафиолетовых лучей (УФЛ) основано на их бактерицидности, т.е. на способности убивать микробов. Такой способностью обладают УФЛ при длине волн от 313 до 200 м $\mu$ . Наиболее сильное губительное действие на микроорганизмы оказывают УФЛ при длине волн от 254 до 265 м $\mu$ . Следовательно, воздействием этих лучей на консервируемый продукт можно полностью или частично прекратить жизнедеятельность содержащихся на нем микроорганизмов и тем предохранить его от порчи. Продолжительность облучения для получения определенного эффекта может быть различной. Она зависит, прежде всего, от микрофлоры облучаемого продукта и внешних условий для ее развития. Разные виды микроорганизмов погибают от неодинаковых доз лучистой энергии. Для бактерий требуется во много раз меньше лучистой энергии, чем, например, для разрушения плесеней. Продолжительность облучения зависит также от степени зараженности облучаемых продуктов: чем больше они обсеменены микроорганизмами, тем большая доза требуется для облучения.

Облучение можно вести непрерывно, и периодически. Если при этом передается одно и то же количество лучистой энергии, то конечные результаты в обоих случаях оказываются одинаковыми. Объясняется это тем, что УФЛ влияют на микроорганизмы кумулятивно - их действие в отдельные периоды как бы суммируется и перерывы в облучении не приостанавливают процесс, возникающий в организме под влиянием первой дозы лучистой энергии.

Наиболее значительный эффект дает ультрафиолетовое облучение в сочетании с холодом, так как микроорганизмы при температурах, неблагоприятных для их развития, становятся менее стойкими к губительному действию УФЛ. Установлено, что наиболее интенсивно отмирают микроорганизмы от УФЛ при низких положительных температурах. В среде же с отрицательной температурой, особенно ниже  $-5^{\circ}$ , эффект облучения весьма незначителен. Поэтому пользоваться ультрафиолетовым облучением при отрицательных температурах нецелесообразно.

Многие продукты в результате ультрафиолетового облучения приобретают бактериостатические свойства, становятся способными оказывать в течение некоторого времени антисептическое действие на микроорганизмы. Попадающие на облученный продукт микроорганизмы слабо развиваются, очень медленно растут и отмирают. Опыт показывает, что только за счет одних бактериостатических свойств, приобретаемых продуктом при облучении, значительно увеличивается срок его хранения.

Для получения УФЛ пользуются специальными бактерицидными лампами. Это газоразрядные лампы низкого давления с самонакаливающимися катодами. Изготавливают их из увиоливого стекла (пропускающего УФЛ).

Ультрафиолетовые лучи могут влиять на удлинение сроков хранения

скоропортящихся продуктов не только путем прямого воздействия на них, но и

посредством обеззараживания воздуха помещений, где обрабатываются эти продукты, воды, идущей на технологические нужды, оборудования, тары, спецодежды рабочих, а также стен и потолков холодильных камер.

**Ионизирующее облучение.** Ионизирующее облучение является новым и весьма перспективным методом сохранения пищевых продуктов. Сущность губительного действия этого вида излучения на микроорганизмы полностью пока не раскрыта. Полагают, что разрушение живых клеток происходит от удара заряженных частиц. Кроме того, сильное бактерицидное действие на микроорганизмы оказывает ионизированная среда, создаваемая при излучении.

Под влиянием ионизирующего излучения значительно замедляются или совсем приостанавливаются и ферментативные

процессы. Но ферменты более устойчивы к этому виду облучения, чем микроорганизмы; для разрушения их требуется в несколько раз большая доза облучения, чем для отмирания микроорганизмов.

Радиоактивность изотопов измеряется в единицах кюри или килокюри, а доза облучения - в фэрах. Фэр - физический эквивалент рентгена или физическая единица, соответствующая дозе поглощенной энергии излучения, равной 83 эргам на 1 г материала. При установлении доз облучения необходимо иметь в виду нежелательные изменения в облученных продуктах, зависящие от интенсивности процесса. Так, у мяса появляется темная окраска, специфический запах и привкус, а у рыбы - посторонний привкус. Особенно подвержены нежелательным изменениям жиры.

Обработка пищевых продуктов небольшими дозами ионизирующего излучения (около 105 фэр) называется радиопастеризацией.

Радиопастеризация в сочетании с охлаждением или замораживанием дает очень хорошие результаты.

**Углекислота.** Углекислотой пользуются главным образом как вспомогательным средством консервирования, которое в сочетании с холодом дает хорошие результаты. Применяют углекислоту в газообразном виде в смеси с воздухом разной концентрации. Правильное сочетание концентрации углекислоты и температурных условий увеличивает в 1,5-2 раза срок хранения пищевых продуктов. Углекислота подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, особенно плесеней и бактерий.

Обладая высокой растворимостью в жире, углекислота уменьшает содержание в нем кислорода и этим замедляет процессы окисления. Опыт показывает, что углекислый газ даже в небольших концентрациях заметно задерживает окисление жира.

Консервирование плодов с помощью углекислоты основано на снижении количества кислорода в воздухе, где хранятся эти продукты. При хранении плодов накопление  $\text{CO}_2$  в атмосфере хранилища достигается и за счет их дыхания. Соответственно уменьшается содержание кислорода, необходимого плодам для дыхания, поэтому оно замедляется, а так как изменение химического состава плодов, приводящее их к порче, происходит в ос-

новном в результате дыхания, то замедляя его, углекислота способствует удлинению срока хранения. При правильном применении углекислоты срок хранения плодов увеличивается в 2-3 раза.

Практически углекислоту для сохранения пищевых продуктов используют следующим образом. Продукты помещают в специальные хранилища, контейнеры или тару, в которые поступает углекислота из присоединяемых к ним баллонов или в виде сухого льда, превращающегося здесь в газообразную углекислоту. Стационарные хранилища строят обычно герметичными, а тару и контейнеры герметичными и газонепроницаемыми. Изготавливают тару и контейнеры из разных материалов: металла, дерева, пластмассы, картона и др., а для создания герметичности покрывают газонепроницаемой пленкой или специальным составом. Для железнодорожных перевозок продуктов применяют обычно изотермические контейнеры. Когда продукт переносят из углекислотной среды в обычную, происходит выделение из него углекислоты, десорбция.

**Озон.** Известно, что молекула озона состоит из трех атомов кислорода. Один из них легко выделяется и может производить сильное окисляющее действие. Это свойство озона используют для различных технических целей и, в частности, для достижения бактериостатического эффекта при хранении пищевых продуктов в холодильных камерах.

Большинство исследований в этом направлении и практика показывают, что во многих случаях использование свойств озона для обеззараживания и устранения нежелательного запаха в холодильных камерах дает весьма положительные результаты. В определенных концентрациях озон способен подавлять и прекращать развитие бактерий и плесеней, а также и их спор, как на поверхности продукта, так и в воздухе.

На практике озоном пользуются главным образом для подготовки камер к приему продуктов. Камеры обычно дезинфицируют каким-либо другим веществом, а затем озонируют для устранения посторонних запахов. Целесообразно пользоваться озоном и как основным средством дезинфекции. В этом случае его концентрацию увеличивают. Озоном рекомендуется дезинфицировать только пустые камеры. Озонирование пустых камер при температуре воздуха в них  $0^{\circ}$ , относительной влажности 90% и концентрации озона 20-25 мг/м<sup>3</sup> обеспечивает полную очистку их

от микроорганизмов в течение 3 суток. Концентрацию озона можно доводить до  $40 \text{ мг/м}^3$ , тогда полная очистка воздуха достигается в течение 2 суток. Озон при концентрациях в воздухе более  $2 \text{ мг/м}^3$  вредно действует на организм человека. Поэтому озонирование камер должно производиться в отсутствие обслуживающего персонала, либо он должен пользоваться предохранительными масками. Нельзя также находиться без масок в озонированных камерах при концентрации озона более  $2 \text{ мг/м}^3$ .

Озон для практических целей получают в специальных приборах - озонаторах, где под действием тихого (не искрового) электрического разряда высокого напряжения образуется трехатомный кислород (озон) из двухатомного кислорода воздуха. В холодильной практике применяют озонаторы двух типов: стационарные и передвижные.

**Антибиотики.** В настоящее время известны сотни различных антибиотиков. Широко и эффективно антибиотики использует медицина. Некоторые из них целесообразно применять для сохранения пищевых продуктов. Получены положительные результаты исследований по применению некоторых антибиотиков, в частности биомицина, для удлинения сроков хранения свежей рыбы, мяса, птицы и других скоропортящихся продуктов.

Доказано, что применение антибиотиков даже в незначительных дозах задерживает развитие бактерий и что консервирующее их действие необходимо использовать в сочетании с холодом. В этом случае, возможно, значительно удлинить срок хранения продуктов и уменьшить необходимую дозу антибиотика. Однако применение антибиотиков для предупреждения микробной порчи продуктов весьма ограничено по санитарно-гигиеническим соображениям и из-за относительно высокой их стоимости. Дело в том, что очень многие антибиотики устойчивы к воздействию высоких температур. Поэтому, находясь в продуктах, они не разрушаются при обычной термической обработке этих продуктов. А регулярное потребление продуктов, содержащих хотя бы небольшие дозы антибиотиков, может вредно повлиять на здоровье людей, например, вызвать авитаминозы, нарушить нормальный состав микрофлоры кишечника и т.д.

**Антиокислители.** Одной из главных причин порчи жиров является процесс их окисления. Предотвратить или задержать

этот процесс только путем создания определенных условий хранения очень трудно. Поэтому в последнее время для сохранения качества пищевых жиров и жирсодержащих продуктов стали вводить в них специальные вещества, предотвращающие и задерживающие процессы окисления. Называют эти вещества антиокислителями. Их роль могут выполнять различные соединения. Наиболее эффективными являются фенольные антиокислители, из которых особенно широко распространены бутилоксианизол, бутилокситолуол, эфиры галловой кислоты и их смеси. Весьма успешно применяют также гваяковую смолу, нордигидрогваяретовую кислоту, пальмитиновый и стеариновый эфиры аскорбиновой кислоты. Из природных антиокислителей применяют спутники жиров - токоферол, кефалин, сезамол и др.

Антиокислители вводят в жиры в весьма малых количествах - в сотых и даже тысячных долях процента от массы обрабатываемого продукта.

Редко для большей эффективности антиокислителей в жиры вводят еще так называемые синергисты - вещества, которые сами не влияют на процесс окисления, но усиливают действие антиокислителей. В большинстве случаев в качестве синергистов используют фосфорные кислоты и их соли, лимонную, щавелевую, малоновую, малеиновую, винную и аскорбиновую кислоты. Для фенольных антиокислителей синергистами могут служить также некоторые аминокислоты, например, метионин, цистин и др.

**Тара и упаковочные материалы.** Для пищевых продуктов применяют различные упаковочные материалы и тару в соответствии с государственными стандартами, предусматривающими наилучшее сохранение продуктов и использование холодильных сооружений.

Наиболее перспективны упаковочные средства на основе полимерных материалов. Применение полимерных материалов позволило не только увеличить выпуск расфасованных и упакованных продуктов, но и интенсифицировать некоторые технологические процессы их производства. Так, разработана новая технология производства сыров, созревающих в полимерных пленках (полиэтилен-целлофан, саран), которая обеспечивает сокращение потерь при созревании сыров на 1% и снижение более чем на 40% трудовых затрат по уходу за сыром.

В 60-х годах в нашей стране был освоен розлив молока в пакеты, имеющие форму тетраэдра, из бумаги с полиэтиленовым покрытием. Этот способ упаковки по сравнению с упаковкой в стеклотару имеет значительные преимущества: исключается сбор, сортировка, транспортирование и мойка бутылок, сокращаются площади складских помещений и производственных цехов, уменьшается масса тары. Кроме того, упаковка защищает молоко от действия света (не разрушается витамин С). Этот способ продолжает развиваться и по сегодняшний день.

В последние годы широко применяют пленочные полимерные материалы, дающие усадку при нагревании после вакуумирования, вследствие чего они плотно облегают продукт. Такой способ упаковки известен под названием «крайовак». Для упаковки по этому способу часто применяют термоусадочную пленку «саран» (сополимер поливинилиденхлорида с винилхлоридом). По сравнению с пленкой ПЦ-2 пленки «саран» имеют больший предел прочности на разрыв и прокол. Они обладают сопротивлением к излому и морозостойкостью до температуры -40°С. Применение такого способа упаковки значительно снижает интенсивность окислительных и микробиальных процессов, уменьшает, а иногда полностью исключает потери массы пищевых продуктов. При этом намного увеличивается длительность хранения продуктов.

### ***Контрольные вопросы***

- 1. Перечислите вспомогательные средства, применяемые при холодильном хранении пищевых продуктов*
- 2. Как влияют на холодильное хранение ультрафиолетовые лучи?*
- 3. Расскажите об ионизирующем облучение.*
- 4. Применение углекислоты.*
- 5. Как используют в холодильной технологии озон?*
- 6. Применение антиокислителей и антибиотиков.*
- 7. Виды тары и упаковки, и ее влияние при холодильном хранении.*

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСЕРВИРОВАНИИ ХОЛОДОМ

Лучший способ консервирования – это тот, который позволяет длительное время хранить продукт с наименьшими потерями им пищевой ценности и массы. Этим требованиям в наибольшей степени отвечает консервирование с помощью искусственного холода.

Способ консервирования холодом основан на том, что при понижении температуры значительно снижается активность жизнедеятельности. Кроме того, температура – это один из самых мощных факторов воздействия на химические реакции: в результате её снижения реакции в биологических объектах и пищевых продуктах замедляются. Температурный режим холодильной обработки устанавливается в зависимости от свойств продукта, сезонности их получения, требуемой продолжительности хранения и назначения продукции.

Практически все продукты, влажность которых превышает 12-15% нуждаются в холоде на всех этапах от момента сбора или заготовки сырья до момента потребления готовой продукции.

Холодильная обработка применяется и как самостоятельный способ консервирования, и как необходимое условие сохранения качества продуктов при других способах консервирования.

Все процессы холодильной обработки подразделяются на две группы:

**I. ОСНОВНЫЕ** – обязательные условия, без которых нельзя обеспечить население пищевым рационом:

1. Процессы, в которых теплота отводится от продуктов и их температура понижается:

- Охлаждение – обработка при температуре выше криоскопической.

- Переохлаждение – понижение температуры объекта ниже криоскопической без кристаллизации содержащейся в них воды.

- Подмораживание – отвод теплоты от материала с понижением его температуры ниже криоскопической, сопровождающейся частичной кристаллизацией влаги в поверхностном слое.

- Замораживание – процесс отвода теплоты от продукта с понижением температуры ниже криоскопической при кристаллизации большей части воды, содержащейся в продуктах.

2. Процессы, в которых стремятся к поддержанию постоянной температуры:

- Хранение
- Транспортирование

3. Процессы, в которых тепло подводится к продуктам с целью повышения их температуры и восстановления первоначального состояния:

- Размораживание – подвод теплоты к замороженным продуктам для плавления содержащегося в них льда.

- Отопление – подвод теплоты к охлаждённым продуктам с повышением их температуры до температуры окружающей среды или несколько ниже.

II. ПРОИЗВОДНЫЕ – процессы, в которых холод используется в качестве основы для переработки, изменения формы, вида и свойств пищевых продуктов:

- Сублимационная сушка – процедура обезвреживания какого-либо вещества путём замораживания, с последующей сублимацией образующегося при этом льда. При этом способе пищевые продукты сохраняют практически все свои свойства, удаляется только влага. Первоначальное качество может сохраняться в течение ряда лет и продукт способен быстро восстанавливаться (сухие закваски, биопрепараты, гранулированный кофе, космическая пища).

- Холодная сушка – процесс, протекающий при низких положительных температурах.

- Криоконцентрирование – процесс, осуществляемый в области криоскопических температур, который обеспечивает обезвреживание жидких продуктов (соки, экстракты) за счёт превращения в лёд части воды и последующего разделения компонентов.

- Криоизмельчение – процесс, при котором продукт переходит в хрупкое состояние и может быть измельчён до любого заданного размера (в области температур от  $-50$  до  $-190^{\circ}\text{C}$ ).

- Криоразмельчение – процесс, осуществляемый при температурах ниже криоскопической, при котором производится фракционирование – разделение частиц различных размеров, слипающихся при положительных температурах.

### **Лабораторная работа №3 ОХЛАЖДЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ОХЛАЖДАЮЩИЕ СРЕДЫ**

Охлаждение продуктов производят в различных средах: в воздухе, холодной воде или рассоле, в тающем льде или снегу.

Чаще охлаждающей средой служит воздух. Правда, охлаждение в воздухе протекает менее интенсивно, чем, например, в жидкой среде. Кроме того, при дефиците влаги в воздухе, охлаждение в нем сопровождается испарением влаги с поверхности продуктов, а, следовательно, потерей их массы. Тем не менее, эта охлаждающая среда является самой распространенной и универсальной для всех продуктов. Воздух не имеет запаха и практически на большинство продуктов не оказывает химического воздействия, если не считать окисляющего действия на жиры, содержащегося в воздухе кислорода.

Для интенсификации охлаждения в воздухе применяют разные способы. В первую очередь повышают скорость его движения и увеличивают перепад температур между воздухом и охлаждаемым продуктом.

В воздухе охлаждают мясо и мясные продукты, птицу, яйца, масло и молочные продукты, плоды, овощи, ягоды, кондитерские изделия, кулинарию и другие продукты.

При охлаждении в рассоле продукты погружают в него или орошают им. В ряде случаев перед охлаждением продукт заключают во влагонепроницаемую оболочку. Такое охлаждение называют бесконтактным. Соответственно охлаждение в жидкой среде без оболочки называют контактным. Охлаждение в жидких средах происходит интенсивнее, чем в воздухе, так как коэффициент теплоотдачи к жидкости намного больше, чем к воздуху. Но при охлаждении в жидкости продукт теряет свой внешний вид, просаливается, набухает. При бесконтактном же охлаждении в этой среде снижается теплоотдача и усложняется технологический процесс. Практическое применение жидких охладителей относительно ограничено.

В последние годы широко применяют для охлаждения холодную (ледяную) воду. Тающий лед или снег используют для охлаждения таких продуктов как рыба, некоторые овощи и зелень.

### *Расчет процесса охлаждения*

В задачу теплового расчета входит определение продолжительности охлаждения продуктов и количества теплоты, отводимой от них в процессе охлаждения.

Продолжительность охлаждения является основой для расчета количества теплоты, отводимой от продуктов в процессе охлаждения, оценки эффективности работы холодильной камеры, оборудования и др. Она зависит от вида и параметров охлаждающей среды, размеров и теплофизических характеристик охлаждаемых продуктов. Наибольшей продолжительностью характеризуются процессы охлаждения продуктов в воздушной среде, наименьшей — вакуумного охлаждения.

Продолжительность охлаждения продуктов, имеющих правильную геометрическую форму или близкую к ней, определяют, пользуясь номограммами. Они отражают графическую зависимость безразмерной температуры ( $\theta$ ) от критериев Фурье ( $Fo$ ) и Био ( $Bi$ ) для середины пластины, оси цилиндра и центра шара.

Безразмерную температуру определяют

$$\theta = \frac{t - t_c}{t_n - t_c}, \quad (1)$$

где  $t$ ,  $t_n$  — соответственно текущая и начальная температура продукта, °С;

$t_c$  — температура охлаждающей среды, °С.

Критерий Био ( $Bi$ ), характеризующий эффективность теплообмена поверхности продукта с охлаждающей средой, рассчитывается по уравнению

$$Bi = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda} \quad (2)$$

где  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности продукта к охлаждающей среде, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$l$  — половина толщины продукта, м;

$\lambda$  — коэффициент теплопроводности продукта, Вт/(м·К)

Коэффициент теплопроводности продукта определяют по таблице (прил. 3), а коэффициент теплоотдачи — из критериальных зависимостей теплообмена при вынужденном и естественном движении охлаждающей среды у поверхности продукта.

Приближенно коэффициент теплоотдачи от продукта к воздуху находят из зависимости Юргенса

$$\alpha = 1,16 \cdot (5,3 + 3,6 \cdot v), \quad (3)$$

где  $v$  – скорость движения воздуха у поверхности продукта, м/с.

Коэффициент теплоотдачи от продукта к жидкой среде в приближенных расчетах при естественной конвекции можно принять  $\alpha = 200\text{--}230$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Далее рассчитывают теплопроводность продукта

$$\alpha_{\text{охл}} = \frac{\lambda}{c - \rho}, \quad (4)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности продукта, Вт/(м·К);

$c$  – теплоёмкость продукта, кДж/(кг·К);

$\rho$  – плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>.

По полученным значениям безразмерной температуры и критерия Био из номограммы для пластины, цилиндра или шара (приложение 1) находят точку пересечения. Из полученной точки опускают перпендикуляр на ось абсцисс и находят значение критерия Фурье  $Fo$  (безразмерное время).

Количество теплоты, отводимой при охлаждении, можно определить, пользуясь выражением

$$Q = G(i_n - i), \quad (5)$$

где  $G$  – масса продукта, кг;

$(i_n - i)$  – разность удельных энтальпий продукта при его начальной и конечной температуре, кДж/кг.

При охлаждении продуктов воздухом, часть теплоты отводится в результате частичного испарения влаги с поверхности. Это может составлять до 50% от общего количества теплоты в зависимости от температуры воздуха и свойств охлаждаемых продуктов. Испарение влаги с поверхности продуктов уменьшается при наличии естественного защитного слоя или упаковки.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что понимают под «охлаждением»?
2. Какие виды охлаждающих сред вы знаете?
3. Провести расчет по индивидуальному заданию.

## **Лабораторная работа №4** **ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Замораживание, как физическое явление, представляет собой превращение в лед влаги, содержащейся в продукте, вследствие понижения его температуры ниже криоскопической точки.

Продукт подвергают замораживанию для сохранения его полезных свойств и качества, так как в результате этого процесса сводятся к минимуму физические, биохимические и микробиологические изменения, протекающие в продукте. Достигается это благодаря снижению температуры продукта и превращению большей части воды в лед. Снижение температуры ниже точки замерзания тканевой жидкости замедляет рост и жизнедеятельность многих микроорганизмов. Превращение воды в лед, сопровождающееся ростом концентрации растворимых веществ, снижает биологическую активность воды в продукте до предела, при котором невозможен рост большинства микроорганизмов.

Химические реакции также замедляются при снижении температуры. Однако в отличие от микробиологической деятельности организмов они продолжают протекать даже при низких температурах хранения.

С другой стороны, превращение воды в лед вызывает комплекс физических и физико-химических изменений, которые, в свою очередь, вызывают изменение качества продукта (обычно ухудшают его). Поэтому для каждого продукта, чтобы свести к минимуму вредное влияние на его качество таких реакций, следует выбирать определенные условия замораживания и хранения, а также условия, предшествующие замораживанию.

### ***Расчет процесса замораживания***

При тепловых расчетах замораживания задаются начальная и конечная температура продуктов. Конечная температура замораживания практически никогда не бывает одинаковой во всех точках продукта к концу процесса. Однако при расчетах используют числовые значения теплофизических свойств продуктов, относящиеся ко всему процессу, которые берутся при средней температуре продукта за процесс.

Средней конечной температурой замораживания называют температуру, характеризующую состояние замороженного

продукта, помещенного в камеру хранения, когда наружный теплообмен практически отсутствует (температура на поверхности близка к температуре воздуха в камере), а внутренний теплообмен происходит путем выравнивания температуры по всему объему продукта. Конечная температура продукта зависит от его размеров и теплофизических свойств, а также температуры теплоотводящей среды, коэффициента теплоотдачи. Она может быть рассчитана по формулам, полученным И. Г. Алямовским для тел различной геометрической формы:

$$\text{– для пластины } t_{c.к.} = \frac{(2t_u + t_n)}{2};$$

$$\text{– для цилиндра } t_{c.к.} = \frac{(t_u + t_n)}{2};$$

$$\text{– для шара } t_{c.к.} = \frac{(2t_u + 3t_n)}{5}.$$

где  $t_u$  и  $t_n$  – температура соответственно в центре и на поверхности продукта, °С.

Принимая во внимание то, что при замораживании большинства продуктов ниже  $-6^{\circ}\text{C}$  (в центре), распределение температуры по толщине продукта становится близким к линейному, за среднюю конечную температуру замораживаемого продукта в приближенных расчетах можно принимать среднюю арифметическую между конечной температурой в центре и конечной температурой поверхности.

Для соблюдения постоянного температурного режима в камере хранения при внесении в нее продуктов сразу после замораживания необходимо, чтобы средняя конечная температура продукта после замораживания была равна температуре воздуха в камере хранения. Ее можно рассчитать по формуле

$$t_u = 2t_{c.к.} (B_i + 1) - \frac{t_c B_i}{B_i} + 2, \quad (4)$$

$$B_i = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda_m}, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи при замораживании,

Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$l$  – половина толщины продукта, м;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности продукта, при средней конечной температуре замораживания, Вт/(м·К).

В задачу теплового расчета процесса замораживания входит определение продолжительности замораживания и количества теплоты, отводимой при этом от продукта.

Продолжительность замораживания — время, необходимое для понижения температуры продукта от начальной до заданной конечной, при которой большая часть воды, содержащейся в тканях, превращается в лед. Она зависит от теплофизических свойств продуктов, их толщины, формы, начальной и конечной температуры замораживания, температуры и свойств охлаждающей среды

Продолжительность процесса замораживания продуктов можно определить, представляя их в виде тел простой стереометрической формы. В холодильной технологии для приближенных расчетов наиболее часто используют формулу Планка

$$\tau = q_3 \cdot \gamma \cdot l \cdot \frac{\left( \frac{l}{4} \lambda_m + \frac{l}{\alpha} \right)}{3,6(t_{кр} - t_c)} \cdot A, \quad (6)$$

где  $q_3$  – полная удельная теплота, отводимая от продукта при замораживании от заданной начальной температуры продукта до заданной средней конечной, кДж/кг;

$$q_3 = i_n - i_{ск},$$

где  $i_{ск}$  – энтальпия продукта при начальной температуре, кДж/кг (прил.4);

$\gamma$  – плотность замороженного продукта, кг/м;

$l$  – толщина продукта, м;

$t_{кр}$  – начальная криоскопическая температура продукта, °С;

$t_c$  – температура теплоотводящей среды, °С;

$\lambda_m$  – коэффициент теплопроводности продукта при средней температуре его в процессе замораживания между криоскопической и средней конечной, Вт/(м·К);

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи к теплоотводящей среде, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$A$  – коэффициент, значение которого зависит от формы замораживаемого тела (для плоскопараллельной пластины  $A=1$ , для бесконечного прямого круглого цилиндра  $A=4$ , для шара  $A=6$ ).

Тело в форме цилиндра замерзает в два раза быстрее, чем тело в форме пластины, а тело в форме шара – в три раза.

При расчете продолжительности замораживания упакованных продуктов формула Планка приобретает вид

$$\tau = q_3 \cdot \gamma \cdot l \cdot \frac{\left\{ R \cdot \frac{1}{\lambda_m} + P \left[ \frac{1}{\alpha} + \sum \frac{l_y}{\lambda_y} \right] \right\}}{3,6 (t_{кр} - t_c)}, \quad (7)$$

где  $R$  и  $P$  – коэффициенты, значение которых зависит от соотношения размеров тела и направления тепловых потоков.

Количество теплоты, отводимой от продуктов при замораживании, можно определить по формуле

$$Q = G \left( c_0 (t_n - t_{кр}) + r \cdot W_\omega + c_m (t_{кр} - t_{ск}) \right), \quad (8)$$

где  $G$  – масса замораживаемого продукта, кг;  
 $c_0$  – удельная теплоемкость продукта при температуре выше начальной криоскопической, Дж/(кг·К);  
 $t_n$  – начальная температура продукта (выше криоскопической), °С;  
 $t_{кр}$  – начальная криоскопическая температура, °С;  
 $r$  – скрытая теплота замерзания воды, Дж/кг;  
 $W$  – относительное содержание воды в продукте;  
 $\omega$  – количество замороженной воды в продукте, определяемое при средней конечной температуре;  
 $c_m$  – теплоемкость мороженого продукта, определяемая при средней температуре между криоскопической и средней конечной, Дж/(кг·К);  
 $t_{ск}$  – средняя конечная температура продукта, °С.

### **Контрольные вопросы**

1. Что понимают под «замораживанием»?
2. Какой формулой пользуются при расчете продолжительности процесса замораживания?
3. Провести расчет по индивидуальному заданию.

## **Лабораторная работа №5** **ХОЛОДИЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Холодильное хранение пищевых продуктов - период, когда они после охлаждения или замораживаний находятся в хранилище при температуре, до которой были доведены в результате того или другого из этих процессов. Охлажденные продукты следует хранить при температуре  $-1+1^{\circ}\text{C}$ , а замороженные не выше  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Охлаждение или замораживание продуктов является подготовительным этапом к холодильному хранению. Поэтому все скоропортящиеся продукты перед холодильным хранением, как правило, проходят эти этапы.

В холодильной технологии различают: длительное хранение продуктов, исчисляемое месяцами, и кратковременное хранение в течение нескольких дней, а иногда даже нескольких часов. Такое деление вызвано тем, что для длительного хранения требуются одни условия, а для кратковременного - другие. Чем, например, продолжительнее предполагается хранить продукт, тем ниже должна поддерживаться его температура. Разумеется, беспредельно понижать температуру продукта для удлинений срока его хранения нельзя. Для каждого продукта, учитывая его состояние, установлены определенные экономически целесообразные температурные режимы хранения. При данной температуре предельным сроком хранения считается такой, по истечении которого в продуктах появляются посторонние привкусы и запахи, ухудшается их цвет и внешний вид. Д.Г. Рютов на основании проведенных им исследований получил следующую зависимость допустимых сроков хранения некоторых видов замороженных продуктов от температуры их хранения (табл.1).

**Таблица 1**  
**Сроки хранения замороженных продуктов при разной температуре**

Продукт	Сроки хранения (в месяцах) при температуре, $^{\circ}\text{C}$			
	-10	-12	-15	-18
Говяжье мясо, баранина	7,0	8,5	12,0	17,0
Свинина тощая, рыба	5,5	7,0	10,0	14,0
Гуси, кролики, жирная рыба	4,0	5,0	7,0	10,0
Куры	5,0	6,5	9,0	12,5
Сливочное масло	7,0	8,0	10,0	12,5

Общими обязательными условиями успешного хранения любого скоропортящегося продукта независимо от того, как длительно будет находиться он в холодильнике, являются следующие:

Первое – доброкачественность поступающих на хранение продуктов. Холод только замедляет или приостанавливает развитие микроорганизмов; улучшить же качество продукта, который уже начал портиться, воздействием холода нельзя, а опасность заразить таким продуктом свежие не исключена. В связи с этим поступающие на хранение продукты необходимо тщательно осматривать и сортировать. Продукты, а также их упаковка, тара должны строго соответствовать требованиям ГОСТов и РТУ.

Второе - содержание камер в чистоте. Чем чище помещение, тем меньше в нем микроорганизмов и, следовательно, меньше опасность заражения продуктов. Необходимо возможно чаще производить дезинфекцию холодильных камер и тщательную их уборку.

Третье и самое важное условие правильного использования холода - поддержание в холодильных камерах необходимых температур, относительной влажности, скорости циркуляции воздуха и их вентиляции.

Большая роль при холодильном хранении скоропортящихся продуктов отводится их размещению и укладке (прил. 2). Следует строго соблюдать принципы правильного товарного соседства.

При поступлении на хранение новых партий продуктов их необходимо помещать в камеры, где хранились подобные продукты. В камерах продукты должны хорошо омываться охлаждающим воздухом со всех сторон, для этого их укладывают на подтоварники или стеллажи. Нельзя также укладывать продукты близко к стенам и слишком плотно одни к другим. Для доступа к ним надо оставлять проходы.

### ***Продолжительность холодильного хранения***

В холодильниках торговых предприятий продукт в замороженном состоянии хранится относительно недолго. При этих условиях допустимая температура хранения составляет  $-18...-12$  °С, рекомендуемая составляет

$-24$  °С или ниже. В холодильниках торговых баз и складов нижний предел хранения продуктов не ограничен. Оптимальной

температурой хранения, при которой практически не обнаруживается изменение качества продуктов в течение установленного срока хранения, является  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Продолжительность холодильного хранения зависит от вида продукта, его состояния на момент хранения. Для скоропортящихся продуктов максимальный срок хранения в холодильниках предприятий торговли и общественного питания обычно не превышает 7-10 сут. (например, зрелых томатов) и 6-8 мес. для более стойких продуктов (например, лука, копченого мяса).

Принудительная циркуляция воздуха, осуществляемая вентиляторами, необходима только в камерах хранения охлажденных продуктов для выравнивания температуры и влажности воздуха по всему объему камеры, удаления выделяемой продуктами влаги, газообразных веществ и теплоты (при «дыхании» яиц, плодов и овощей). Скорость движения воздуха в камере составляет 0,1...0,2 м/с (смена 4...8 объемов в час).

В камере хранения мороженных продуктов принудительная циркуляция воздуха вредна, так как она увеличивает усушку продуктов. В этих камерах вполне достаточна слабая естественная циркуляция (со скоростью 0,03...0,08 м/с).

Для большинства продуктов достаточно ввести в камеру до 3 объемов свежего воздуха в сутки (с предварительным охлаждением и осушением в воздухоохладителе).

Для создания хороших условий в камерах взамен искусственной вентиляции очищают воздух от пыли и микроорганизмов путем применения в воздухоохладителях фильтров из активированного угля. Против плесени используют лампы, излучающие ультрафиолетовые лучи. Для устранения запахов озонируют воздух (при хранении нежирных продуктов).

### ***Продукты растительного происхождения***

Температурно-влажностный режим хранения плодов и овощей ограничен интервалом температур  $-3...+5^{\circ}\text{C}$  и относительной влажностью 85-95 %. Однако это ограничение сугубо качественное, не отражающее индивидуальных условий хранения плодов и овощей. Например, большинство сортов яблок европейского происхождения целесообразно хранить при  $4...5^{\circ}\text{C}$ , так как более низкая температура для них вредна. Американские сорта яблок лучше хранятся при  $0^{\circ}\text{C}$ .

Широко известный сорт «джонатан» при 0 °С заболевает внутренним побурением мякоти; «кокс оранжевый» сохраняется до 4 мес. при +4 °С, «макинтош» — при +5 °С, а для хранения яблок сорта «ричард» необходима стабильная температура 0 °С.

Аналогичная картина наблюдается при хранении груш. Груши сорта «Вильяме» рекомендуется хранить способом ступенчатого охлаждения, т.е. постепенным понижением температуры от 0 до -1,5 °С. Таким образом, режим хранения индивидуален для каждого продукта и, что особенно важно, он зависит от стабильности температуры в камере, исключающей ее колебания более  $\pm 5$  °С и относительной влажности воздуха  $\pm 5$  %.

Широкое распространение находит холодильное *хранение плодов в регулируемой газовой среде*. Метод обладает достоинством, поскольку позволяет путем поддержания определенного газового состава среды регулировать происходящие в плодах физиологические и биохимические процессы и тем самым предупреждать преждевременное перезревание плодов и возникновение ряда физиологических изменений.

В основе метода лежит хранение плодов в воздухе с индивидуальным составом газовой среды, в основном CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, индивидуальными для каждого вида продукта. Содержание углекислого газа принимают равным 10-15 % концентрации, кислорода — не более 10 %.

При хранении плодов в регулируемой газовой среде наиболее заметные результаты получены при хранении яблок и груш. В зависимости от сорта и состава газовой среды яблоки хранятся до 270-300 сут.; груши — 150-200 сут. с сохранением внешнего вида и отвечают требованиям стандарта качества.

Менее устойчив при холодильном хранении в газовой среде виноград. Удовлетворительное хранение (до 9 мес.) винограда достигается при его хранении в среде SO<sub>2</sub>.

Сравнительно с традиционными способами не установлено отличий в хранении лимонов в регулируемой газовой среде.

Апельсины и мандарины в регулируемой газовой среде сохраняют товарные качества не более 25-30 сут.

*Продукты животного происхождения*

Температура воздуха в камере хранения замороженного мяса должна быть не выше  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности 95-98 %. Рекомендуемой температурой является  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже. Скорость движения воздуха — 0,2-0,3 м/с.

Охлажденное мясо хранят при температуре  $-1...0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , скорости движения воздуха 0,1-0,2 м/с и относительной влажности 85-90 %.

Эффективно хранение мяса в герметичной упаковке в атмосфере углекислого газа с небольшим избыточным давлением при температуре  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  и длительностью до нескольких недель. Хранение мяса в газовой атмосфере исключает изменение цвета.

Применение модифицированной газовой среды (20%  $\text{CO}_2$  и 80 %  $\text{O}_2$ ) при хранении говяжьего фарша задерживает развитие анаэробной микрофлоры и увеличивает длительность его хранения до 4 сут. при температуре  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  — до 8 сут.

Субпродукты в охлажденном виде можно хранить не более 3 сут. Для увеличения длительности хранения субпродуктов их замораживают. Режимы хранения замороженных субпродуктов аналогичны температурному режиму хранения замороженного мяса.

Охлажденную птицу хранят в ящиках, уложенных в штабели с промежутками между тарой для осуществления свободного движения воздуха, который должен быть не менее 4-6 объемов в час. Температура хранения  $0...+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность 80-85 %. Срок хранения битой птицы при этих условиях составляет 4-5 сут.

Мороженую птицу хранят в течение нескольких месяцев. Предельные сроки хранения мороженой птицы при влажности 85-90 % составляют: не упакованных тушек цыплят, кур, индеек при температуре воздуха  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  — 11 мес., упакованных — до 14 мес. Предельные сроки хранения неупакованных гусей, уток при температуре воздуха  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляют 11 мес, упакованных — до 12 мес.

Охлажденную рыбу хранят в ящиках со льдом. Срок хранения составляет не более суток. В холодильных камерах при температуре  $-2...0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и влажности 90-95 % — не более 2 сут. Слабосоленую рыбу, пряную и маринованную хранят до 10 сут. в заливных бочках при температуре  $-1...+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , рыбу холодного копчения, вяленые балычные изделия при влажности воздуха

75-80 % и температуре  $-2...0$  °С — до 7 сут., при  $0...+4$  °С — до 4 сут.

Рыбные консервы натуральные хранят при температуре  $0...+10$  °С в течение 6-24 мес. соответственно; рыбные консервы в масле хранят при температуре  $0...+20$  °С в течение 12-24 мес. соответственно; рыбные консервы в томатном соусе хранят при температуре  $0...+5$  °С в течение 6-18 мес. соответственно.

Рыбные пресервы хранят при температуре  $-1...+1$  °С и влажности 70-75 % в течение 10 сут., при температуре  $+4...+6$  С — в течение 3 сут.

Сроки хранения мороженой рыбы существенно зависят от ее индивидуальных свойств, состояния, способа разделки и способа замораживания.

Рыбу преимущественно морских пород (до 85% от всех видов выловленной рыбы) разделяют и замораживают на промысловых судах. Как правило, вследствие больших одновременных траловых выловов при ограниченной производительности морозильных аппаратов рыбу предварительно охлаждают льдом. Наиболее простой путь решения проблемы сохранности улова — замораживание рыбы без ее предварительной разделки. Недостаток метода состоит в том, что в последующем рыба на рыбоперерабатывающем комбинате размораживается, потрошится и часть ее вновь повторно замораживается. Вместе с тем, по данным Международного института холода (МИХ), повторное замораживание рыбы существенно не ухудшает ее качества.

В замороженном состоянии рыба обладает пониженной сохранностью. Изменение ее свойств определяются прогорканием жиров и денатурационными изменениями белков. При прогоркании рыбы наблюдается ухудшение ее аромата и вкуса. Кроме того, разрушается тканевая структура, изменяется консистенция рыбы.

Увеличение длительности хранения замороженной рыбы достигается применением разнообразных способов ее обработки, например глазированием рыбы (нанесением льда на поверхности продукта), нанесением на поверхности рыбы пленки из термопластичных восков, упаковкой рыбы под вакуумом и т.д. Последний способ позволяет увеличить срок хранения на 3-4 мес.

Яйца хранят преимущественно в картонных коробках при температуре  $-2...0$  °С и относительной влажности воздуха 85 %. Хранение яиц при температуре  $-2$  °С позволяет обеспечить их сохранность до 6 мес.

Принципиально возможны понижение температуры хранения яиц до  $-2,5$  °С и хранение их в переохлажденном состоянии. Однако переохлажденное состояние является неустойчивым. При отсутствии надлежащего температурного контроля яйца могут быть заморожены.

Яичные продукты хранят в замороженном состоянии, упакованными в тару, препятствующую доступу кислорода к поверхности продукта (металлические банки, картонные коробки со вкладышами из полиэтиленовой пленки или ламинатов). Температура хранения составляет  $-25...-12$  °С. Соответственно длительность холодильного хранения составляет от 8 до 15 мес.

Животные топленые жиры (говяжий, бараний, свиной) хранят в деревянных бочках и ящиках при температуре  $0...+6$  °С не более месяца, в герметичных металлических и стеклянных банках — до 18 мес.

Условия и сроки хранения сливочного масла определяются его видом и способом выработки и температурным режимом.

Срок хранения большинства сортов сливочного масла существенно не зависит от температуры. Средний срок холодильного хранения крестьянского масла составляет от 1 до 3 мес, в частности масла кисло-сливочного — до 6 мес.

### ***Контрольные вопросы***

- 1. Что понимают под «холодильным хранением»?*
- 2. Сколько существует условий и их суть при холодильном хранении.*
- 3. Что представляет собой регулируемая газовая среда, и для каких продуктов ее используют?*
- 4. Условия хранения продуктов растительного происхождения.*
- 5. Условия хранения продуктов животного происхождения.*
- 6. Сколько существует видов холодильной обработки.*

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справ. / Под ред. С.Н. Богданова - СПб.: СПбГАХПТ, 1999. - 320 с.
2. Голянд М.М., Малеванный Б.Н. Холодильное технологическое оборудование. - М.: Пищ. пром-сть, 1977. - 335 с.
3. Курьлев Е.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. Холодильные установки. - СПб.: Политехника, 1999. - 576 с.
4. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справ. / Под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. - СПб.: Недра, 1996.-512 с.
5. Теоретические основы хладотехники. Тепломассообмен / Под ред. Э.И. Гуйго. - М.: Агропромиздат, 1986. - 320 с.
6. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. - М.: Машиностроение, 1975. - 559 с.
7. Постольски Я., Груда З. Замораживание пищевых продуктов / Под ред. Ю.Ф. Заяса. - М.: Пищ. пром-сть, 1978. - 607 с.
8. Рогов И.А., Куцакова В.Е., Филиппов В.И., Фролов С.В. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы). - М.: Колос, 1998.- 158 с.
9. Рекомендации по проектированию холодильных установок пищевых продуктов малых объемов / Л.А. Забодалова, В.С. Калюнов, В.В. Олейник, В.И. Филиппов, А.Я. Эглит. - СПб., Владивосток: ДГТРУ, 1996. - 376 с.
10. Проектирование предприятий мясной промышленности: Справ. - М.: Пищ. пром-сть, 1978. - 376 с.
11. Холодильные машины / Под ред. А.В. Быкова. - М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982.-222 с.
12. Каплан Л.Г. Торговое холодильное оборудование: Справ. - М.: Колос, 1995.-303 с.

13. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова. - Лег. и пищ. пром-сть, 1984. - 248 с.
14. Практикум по холодильным установкам / А.В. Бараненко, В.С. Калюнов, Ю.Д. Румянцев. - СПб.: Профессия, 2001. - 272 с.
15. Меклер В.Я., Овчинников П.А., Агафонов Е.П. Вентиляция и кондиционирование воздуха на машиностроительных заводах. - М.: Машиностроение, 1980.-336 с.
16. Стефанович В.В., Комарницкий Б.В. Системы охлаждения судовых рефрижераторных помещений. - Л.: Судостроение, 1984. - 160 с.
17. Доссат Р.Д. Основы холодильной техники. - М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984.-520 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

## Безразмерные температуры

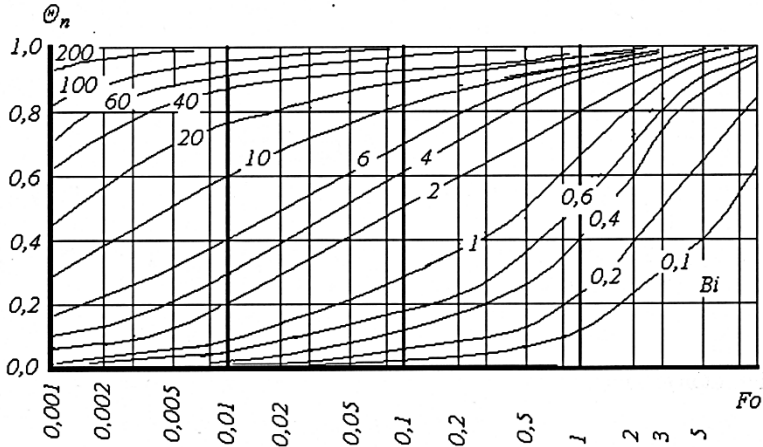


Рис. 1. Безразмерная температура на поверхности пластины

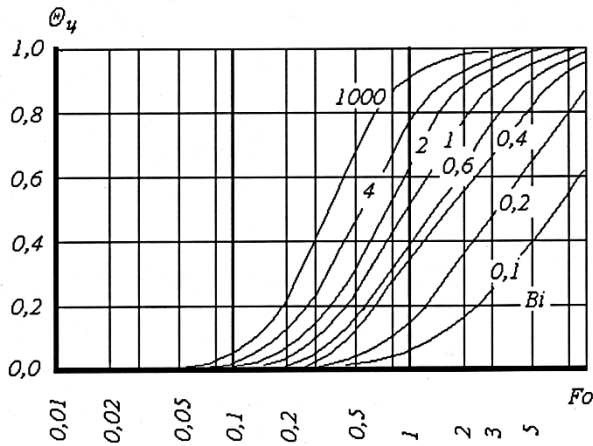


Рис. 2. Безразмерная температура в центре пластины

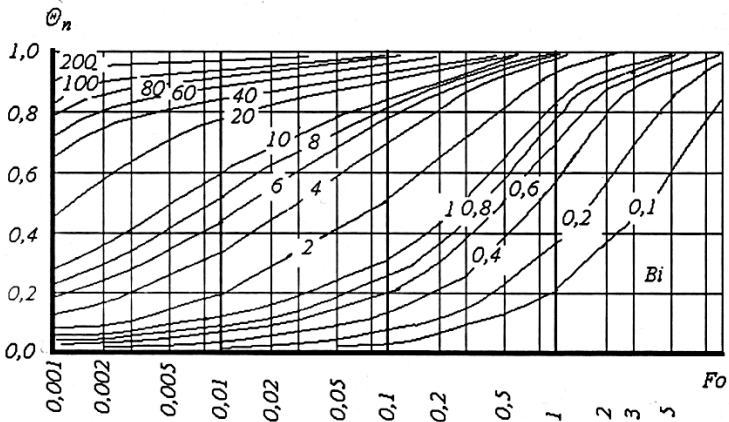


Рис. 3. Безразмерная температура на поверхности цилиндра

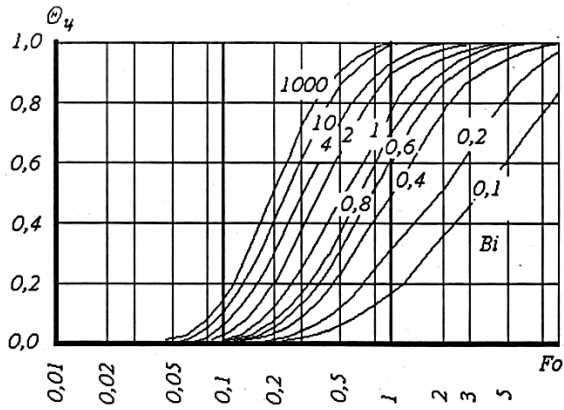


Рис. 4. Безразмерная температура в центре цилиндра

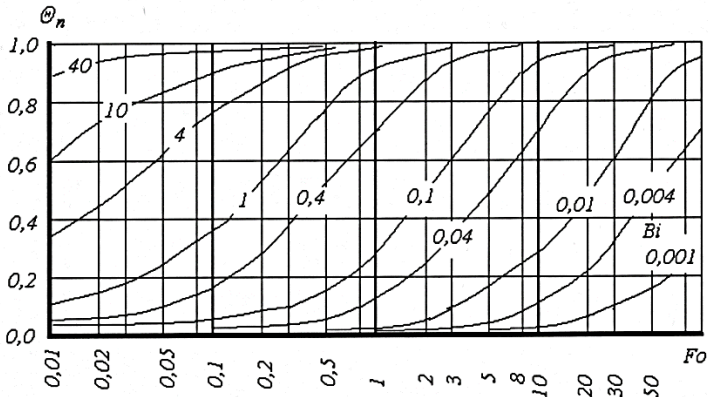


Рис. 5. Безразмерная температура на поверхности шара

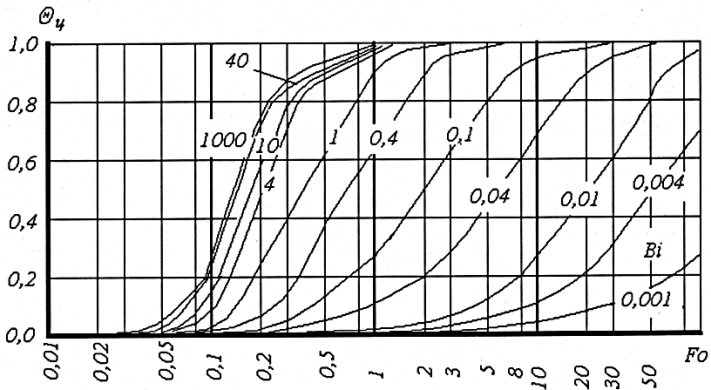


Рис. 6. Безразмерная температура в центре шара

## Приложение 2

## Плотность укладки продуктов

Продукт	Плотность $g_{\text{в}}$ , кг/м <sup>3</sup>	Продукт	Плотность $g_{\text{в}}$ , кг/м <sup>3</sup>
Масло сливочное	700	Говядина заморожен- ная:	300
Сыр без тары	500	в полутушах	350
Яйцо	300	в четвертинах	450
Цитрусовые	300	Свинина замороженная	600
Плоды	350–400	Мясо замороженное	
Капуста в контейнерах	300	в блоках	400
Картофель в контейнерах	500	Птица в ящиках	600
Консервы разные	450	Рыба замороженная	
Мясо в стоечных поддо- нах	600	в блоках	

## Приложение 3

## Удельная теплоемкость и теплопроводность продуктов

Продукт	Удельная теплоемкость продукта, с, кДж/(кг·К)		Теплопроводность продукта, $\lambda$ , Вт/(м·К)	
	охлажденного	замороженного	охлажденного	замороженного
Говядина	3,4	1,67	0,45–0,50	1,09–1,59
Свинина	2,85	1,59	0,37–0,49	0,72–1,56
Рыба	3,64	1,90	0,53	1,19–1,40
Птица	3,18	1,55	0,41	1,30
Колбаса вареная	2,50		0,44–0,50	
Говядина	3,37	2,21	0,45–0,50	1,09–1,59
Клубника	3,85	1,75	0,48	1,11
Вишня	3,34	2,52	0,52	1,34
Клюква	3,77	2,10	–	–
Персики	3,81	1,72	–	–
Фруктовые соки	3,60–4,00	2,00 – 2,20	0,55	2,08
Смородина	3,77	2,10	–	–
Сливы	3,68	2,00	–	–
Огурцы	4,06	2,05	0,53	1,25
Картофель	3,43	1,80	0,48	1,09
Лук репчатый	3,81	2,13	0,47	1,30
Свекла	3,77	2,01	0,63	1,12
Томаты	3,85	1,92	0,60	1,40
Яйца	3,56	1,88	0,42	0,96
Морковь	3,89	1,88	0,62	1,10
Яблоки	3,72	1,82	–	–
Цветы	3,85	–	–	–

## Приложение 4

Энтальпия пищевых продуктов, кДж/кг [2]

Температура, °С	Говядина, птица	Свинина	Рыба	Субпродукты	Колбаса вареная	Яйца	Виноград, абрикосы, вишня	Другие плоды
-25	-11	-10	-12	-12	221		-17	-14
-20	0	0	0	0	233		0	0
-18	5	5	5	5	238		9	7
-15	13	12	11	14	246		21	17
-12	22	21	24	24	256		38	25
-10	30	29	33	33	265		50	38
-8	39	35	42	43	275		76	56
-5	57	54	62	63	299		116	83
-3	75	73	86	88	345	227	202	139
-2	99	92	106	110	454	230	217	206
-1	185	170	200	204	467	234	233	268
0	232	212	249	261	471	237	236	272
1	235	215	253	264	475	240	240	274
2	238	218	256	268	479	243	243	278
4	245	224	263	274	486	250	250	287
8	248	236	277	289	497	262	268	302
10	264	242	284	296	504	269	272	309
12	271	348	290	302	511	274	279	313
15	280	257	301	313	522	284	290	328
20	297	273	318	331	543	300	307	346
25	312	288	335	348	561	316	326	366
30	329	302		366	581	332	343	385
35	345	318		384	599	348	361	403
40	361	332		401	616	363		

*Учебное издание*

*Гартованная Елена Александровна*

## ОСНОВЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

*Учебно-методическое пособие  
для выполнения лабораторных работ  
по дисциплине  
«ТЕПЛО- И ХЛАДОТЕХНИКА»*

*для студентов всех форм обучения по направлениям  
подготовки бакалавров  
19.03.02 – Продукты питания из растительного сырья*

*В авторской редакции  
Компьютерная верстка Н.Н. Федотовой*

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.  
Подписано к печати 10.02.2017 г. Формат 60×90/16.  
Уч.-изд.л. – 1,8. Усл.-п.л. – 2,5.  
Тираж 50 экз. Заказ 93.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии  
издательства Дальневосточного государственного аграрного университета  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86