

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Баламирзоев Назим Давидович

Должность: И.о. ректора

Дата подписания: 22.08.2023 06:52:07

Уникальный программный ключ:

2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaedebeea849

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ,
ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ И ТОВАРОВЕДЕНИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

**Научные основы применения
холода в производстве пищевых продуктов**

для студентов направления подготовки

19.04.02 – «Продукты питания из растительного сырья», профиль –
«Процессы и аппараты пищевых производств»

УДК 621.56

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Научные основы применения холода в производстве пищевых продуктов» для студентов направления подготовки 19.04.02 – «Продукты питания из растительного сырья», профиль «Процессы и аппараты пищевых производств». – Махачкала: ФБГОУ ВО «ДГТУ», ИПЦ ДГТУ, 2021 – 32 с.

В методических указаниях к практическим занятиям в кратком виде изложено содержание курса «Научные основы применения холода в производстве пищевых продуктов» в соответствии с программой дисциплины. Рассмотрены принципы получения низких температур и конструктивного оформления процессов холодильной технологии пищевых продуктов; торгового холодильного оборудования; физика процессов охлаждения и замораживания; описана роль микроорганизмов в порче пищевых продуктов, холодильные технологии при производстве продуктов. После каждой главы даны вопросы и тесты для самоконтроля

Составитель: **Л.Р. Ибрагимова**, к.т.н., доцент

Рецензенты: **М.М. Мусиева** - зав. лабораторией АО
«Махачкалинский завод безалкогольных
напитков и соков «ИРИБ»

Исламов М.Н., к.т.н., доцент кафедры
ТППОП_иТ ДГТУ

Печатается по решению Ученого совета ДГТУ №__ от _____ 2021 г

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическое занятие № 1. Методы получения низких температур. Естественное и искусственное охлаждение.....	5
Практическое занятие № 2. Процессы охлаждения, замораживания и холодильного хранения. Исследование процесса замораживания пищевых продуктов.....	8
Практическое занятие № 3. Основные физические, механические, теплофизические свойства и характеристики пищевых продуктов. Факторы, влияющие на их изменение.....	12
Практическое занятие № 4. Рабочие вещества парокомпрессионных холодильных машин. Общие сведения о хладагентах и хладоносителях.....	14
Практическое занятие № 5. Исследования и расчеты теплового состояния тел в холодильной технологии. Тепловые расчеты процесса замораживания.....	16
Практическое занятие № 6. Охлаждение, подмораживание и замораживание пищевых продуктов как способ консервирования.....	20
Практическое занятие № 7. Процессы отепления и разморживания продуктов.....	23
Практическое занятие № 8. Общие обязательные условия холодильного хранения.....	25
Практическое занятие № 9. Микроорганизмы пищевых продуктов в холодильной технологии. Устойчивость микроорганизмов к отрицательным температурам.....	28
Литература	32

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания для проведения практических занятий составлены для магистров, обучающихся по направлению 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья, профиля подготовки «Процессы и аппараты пищевых производств», изучающих дисциплину «Научные основы применения холода в производстве пищевых продуктов».

В методические указания включены девять практических занятий, в которых рассматриваются элементы холодильной техники: физические методы получения низких температур, устройство простейшей холодильной машины; физические основы процессов охлаждения пищевых продуктов: физические характеристики, тепловые расчеты процессов охлаждения и замораживания;

В практические занятия включены кратко теоретические основы рассматриваемой темы, даны контрольные вопросы и тесты и упражнения для закрепления знаний.

Основная задача курса – вооружить будущего технолога навыкам постановки и решения реальных задач современной холодильной техники и технологии, научить методам, способным обеспечить высокое качество консервируемых холодом продуктов.

Обеспечение круглогодичного непрерывного снабжения населения высококачественными продовольственными продуктами в широком ассортименте является одной из важнейших задач хозяйства. По данным Международного института холода (МИХ) ежегодно теряется 20 – 30 % всех производимых в мире продуктов питания, что составляет почти 1 млрд. тонн. Из этого количества не менее 50 % – это скоропортящиеся продукты, сохранение которых требует применения холодильных технологий с целью предотвращения порчи и сокращения потерь.

Воздействие холода на пищевые продукты вызывает минимальное изменение основных их свойств. Поиск методов сохранения продовольственных ресурсов человечество ведет с древнейших времен. В 1873 г. Шарлем Телье впервые были сформулированы принципы сохранения свежего мяса с использованием холода. Первая лаборатория по холодильной технике и технологии пищевых продуктов в нашей стране была организована в 1918г. Тем самым были намечены основные направления новой отрасли прикладной науки – холодильной технологии и хранения пищевых продуктов.

Развитие пищевой промышленности невозможно без искусственного холода, а, следовательно, совершенно необходимо знание основ холодильной техники и технологии для современного инженера, работающего в любой из отраслей пищевой промышленности. Технологу должно быть известно с помощью холода целенаправленно управлять изменением физических, химических и биологических свойств продуктов для сохранения их высокого качества и доведения до минимума потерь.

Практическое занятие № 1.

Методы получения низких температур. Естественное и искусственное охлаждение

Цель занятия: изучение методов получения низких температур

К основным физическим процессам, при котором происходит фазовый переход вещества, относят: плавление, конденсация, испарение, сублимация, кипение. Именно эти процессы лежат в основе получения низких температур.

Плавление водного льда и растворов солей. Температура плавления (затвердевания) зависит от вида вещества и давления окружающей среды. При превращении 1 кг льда в воду при 0°C , можно отвести 335 кДж теплоты, при этом температуру охлаждаемого вещества теоретически можно понизить до 0°C . Охлаждающие смеси – смесь льда с хлористым натрием или с хлористым кальцием. При содержании хлористого натрия в количестве 22,4 мас. % в смеси со льдом, температура плавления понижается до $-21,2^{\circ}\text{C}$, а скрытая теплота плавления составляет 236,1 кДж/кг. Применяя в смеси с водным льдом хлористый кальций (29,9 мас. %) можно понизить температуру плавления смеси до -55°C , в этом случае $r = 214$ кДж/кг.

Кипение однородного вещества происходит при постоянной температуре, зависящей от давления. С изменением давления изменяется и температура кипения – с уменьшением давления, температура кипения уменьшается и наоборот. Кипение жидкости при низкой температуре является одним из основных процессов в парокомпрессионных холодильных машинах. Кипящую жидкость называют хладагентом (например, аммиак), а аппарат, где он кипит, забирая тепло от охлаждаемого продукта – испарителем.

Конденсация – процесс перехода из паровой в жидкую фазу при выделении теплоты. Используется также в парокомпрессионных машинах в конденсаторах. Искусственное охлаждение может быть основано и на других способах, таких как

расширение газа с совершением работы, дросселирование и термоэлектрический эффект.

Расширение газа с совершением внешней работы. Если на пути потока газа, движущегося под воздействием разности давлений, поставить специальное устройство, где поток газа будет вращать колесо или толкать поршень, то энергия потока будет совершать внешнюю, полезную работу. После этого устройства с понижением давления температура потока газа снижается. Этот способ охлаждения применяется в воздушных и газовых холодильных машинах для получения температур от -50 до -100°C .

Дросселирование (эффект Джоуля – Томпсона). Заключается в падении давления и снижении температуры потока жидкости при его протекании через суженное сечение под воздействием разности давлений. Поток жидкости проходит очень быстро суженное пространство с большой скоростью, в результате чего внешняя работа не совершается, т.к. работа проталкивания переходит в теплоту трения между молекулами и не происходит теплообмена с окружающей средой. Это приводит к испарению части потока жидкости и снижению температуры всего потока. Процесс происходит в регулирующем вентиле или другом дроссельном механизме (капиллярной трубке) холодильной машины. Данный процесс используется в парокомпрессионных холодильных машинах.

Термоэлектрический эффект (эффект Пелетье). Заключается в том, что при пропускании постоянного тока через цепь, состоящую из различных полупроводников, один из контактов (спаев) нагревается, другой – охлаждается. Термоэлемент состоит из двух различных полупроводников. Они последовательно соединяются металлическими пластинами, образующими спаи. При прохождении постоянного электрического тока один из спаев охлаждается и имеет температуру T_x , а другой – нагревается и имеет температуру T_g . К первому спаю подводят теплоту из окружающей среды Q_0 , а от второго - отводят Q_g . Такой способ охлажде-

ния применяют в охлаждаемых барах— холодильниках, транспортных холодильниках небольшой емкости, кондиционерах специального назначения.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что такое фазовые переходы веществ?
- 2) Какие имеются способы получения искусственного холода?
- 3) Какую функцию выполняет компрессор в холодильных машинах?
- 4) Что такое источники низкой и высокой температур?

Тесты

- 1) В каком диапазоне лежит область низких температур для холодильной техники:
а. $-120 \div -273^{\circ}\text{C}$; б. $+30 \div -120^{\circ}\text{C}$;
в. $+20 \div -120^{\circ}\text{C}$; г. $+20 \div -110^{\circ}\text{C}$;
д. $0 \div -150^{\circ}\text{C}$.
- 2) При каких условиях существует тройная точка воды:
а) 617 Па; $0,0098^{\circ}\text{C}$;
б) 617 Па; $0,98^{\circ}\text{C}$;
в) 517 Па; $0,098^{\circ}\text{C}$;
г) 417 Па; 0°C .
- 3) При каких условиях сухой лед (твердая двуокись углерода) переходит из твердого в газообразное состояние:
а) 1 атм; -70°C ; б) 1 атм; $-78,9^{\circ}\text{C}$;
в) 3 атм; $+15^{\circ}\text{C}$; г) 2 атм; -20°C ;
д) 1 атм; -67°C .
- 4) Какую энергию используют парокомпрессионные холодильные машины:
а) механическую работу; б) тепловую; в) электрическую энергию
- 5) Сублимация – это процесс перехода вещества:
а - из жидкого состояния в парообразное;
б - из жидкого состояния в пар;

в - из твердого состояния в газообразное, минуя жидкость;

г - из газообразного состояния в твердое, минуя жидкость.

Практическое занятие № 2.

Процессы охлаждения, замораживания и холодильного хранения.

Исследование процесса замораживания пищевых продуктов

Цель занятия: изучение процессов охлаждения, замораживания и холодильного хранения продуктов питания

Общие сведения о процессе охлаждения. С момента, когда прерывается существование биологического объекта (момент убоя скота, сбор плодов, овощей, ягод) должна проводиться холодильная обработка данного продукта, все этапы которой направлены на сохранение в нем тех главных компонентов, которые необходимо передать потребителю в конце заданного срока хранения. Охлаждение – это первый обязательный этап холодильной технологии пищевых продуктов. Охлажденным считается продукт, в толще которого поддерживается температура от 0 до 4°C. Целью охлаждения является сохранение первоначального качества продукта в течение определенного времени. Основная задача охлаждения заключается в создании неблагоприятных условий для развития микробиальных и ферментативных процессов в пищевых продуктах. Охлаждением пищевых продуктов пользуются для удлинения сроков их хранения. Для многих продуктов выбор конечной температуры, при которой они будут храниться, имеет большое значение. Повышение или понижение температуры на несколько градусов, по сравнению с оптимальной температурой хранения приводит к заболеваниям и преждевременной порче продуктов.

Продолжительность охлаждения имеет большое значение и зависит от ряда факторов:

1 - зависит от теплопроводности самого продукта, величина которых очень маленькая, поэтому охлаждение идет медленно – несколько часов и даже суток.

Вследствие низкой теплопроводности продукта в процессе охлаждения имеет место существенная разница в температуре на его поверхности и в толще. Лишь к концу процесса охлаждения эта разница сглаживается;

2 - от толщины продукта – чем больше толщина, тем медленнее происходит его охлаждение по всему объему;

3 - от состава продукта и вида продукта – продукты с большим содержанием жира охлаждаются медленнее (например, теплопроводность жира в три раза медленнее мышечной ткани мяса или рыбы);

Охлаждение считается законченным тогда, когда температура внутренних слоев понизится до температуры последующего хранения продукта в холодильнике.

Общие сведения по процессам подмораживания и замораживания. В последнее время в промышленности стал применяться новый метод холодильной обработки в тех случаях, когда требуется сохранять скоропортящиеся продукты более продолжительное время, чем охлажденные, и менее, чем замороженные.

Подмораживание – это процесс с понижением температуры продукта ниже криоскопической, сопровождающийся частичной кристаллизацией влаги в поверхностном слое. Продолжительность хранения в подмороженном состоянии увеличивается в 2 – 2,5 раза, по сравнению с охлажденными, что создает возможность транспортировки на дальние расстояния без снижения качества и товарного вида. Существуют два основных пути подмораживания:

1) продукт помещают в камеру, где поддерживается температура до -3°C . Температура продукта постепенно понижается, приближаясь к температуре воздуха камеры. Так подмораживают птицу, мясо, зимние сорта яблок;

2) продукт помещают в морозильную камеру, где замораживается периферийный слой ограниченной толщины. После перемещения продукта в камеру хранения с температурой $-2 \div -3^{\circ}\text{C}$ вследствие внутреннего теплообмена во всем объеме продукта устанавливается температура, одинаковая с температурой хранения.

Этот способ рекомендуется для подмораживания мяса и рыбы. Температура поверхности должна быть такой, чтобы после выравнивания температура в толще была $-1 \div -2^{\circ}\text{C}$.

Замораживание – это третий этап в непрерывной цепи холодильной технологии. Основными целями замораживания являются следующие:

- 1) обеспечение стойкости продукта во время длительного хранения;
- 2) отделение влаги при концентрировании жидких пищевых продуктов;
- 3) изменение физических свойств продуктов (твердость, хрупкость) при подготовке их к дальнейшим технологическим операциям;
- 4) сублимационной сушки;
- 5) производства своеобразных пищевых продуктов и придания им специфических вкусовых и товарных качеств (мороженое, пельмени).

В технологическом отношении замораживание вызывает изменение в продукте, препятствующие полному восстановлению первоначальных свойств. Поэтому говорят о неполной обратимости замораживания пищевых продуктов, в отличие от их охлаждения (т.к. происходит травмирование тканей продукта кристаллами льда, частичная денатурация белка, перераспределение влаги). Продолжительность процесса замораживания зависит от вида продукта, его упаковки, толщины, содержания жира, от температуры и скорости движения охлаждающей среды. Замерзание начинается с поверхности. Через некоторое время после помещения в морозильную камеру, продукт покрывается твердой замороженной коркой, тогда как внутренние слои его остаются мягкими, не замороженными. Затем начинают промерзать и внутренние слои продукта. Выделяющееся при их замерзании тепло проходит сквозь замороженную корку к поверхности продукта и переходит к холодному воздуху, циркулирующему в морозильной камере. Замороженная корка постепенно утолщается пока, наконец, продукт не промерзнет на всю толщину.

Холодильное хранение является четвертым этапом в непрерывной холодильной цепи, позволяющее обеспечить непрерывные поставки населению в течение года высококачественных продуктов питания с минимальными потерями. Холодильному хранению предшествует охлаждение, замораживание или подмораживание. Хранение охлажденных, подмороженных или замороженных продуктов проводится на базисных и распределительных холодильниках в местах их производства и в торговле, а также в бытовых холодильниках потребителя. Длительность холодильного хранения многократно превосходит продолжительность холодильной обработки пищевых продуктов. Поэтому производственные площади и емкости, отводимые для холодильного хранения намного больше, чем для холодильной обработки. При хранении не требуется ни отводить тепла (как для охлаждения и замораживания), ни подводить тепла (как для отепления и размораживания).

Главная цель хранения – исключить изменение состояния продуктов, которые находятся на хранении. Однако, такая цель недостижима, т.к. любой форме материи присущи изменения. Холодильное хранение ограничивается замедлением изменений, именно тех, которые ухудшают качество продукта.

Температура хранения охлажденных продуктов от $+2$ до -2°C , замороженных – ниже $-18 \div -20^{\circ}\text{C}$.

Вопросы для самоконтроля

1. От каких факторов зависит продолжительность охлаждения продукта?
2. Каковы особенности процесса подмораживания продукта? До каких температур следует подмораживать продукт?
3. Насколько отличается продолжительность хранения в подмороженном состоянии по сравнению с охлаждением?

4. Вызывает ли замораживание изменения в продукте, препятствующие полному восстановлению его первоначальных свойств?

5. Какова главная цель холодильного хранения продуктов?

Практическое занятие № 3.

Основные физические, механические, теплофизические свойства и характеристики пищевых продуктов. Факторы, влияющие на их изменение

Цель занятия: изучить основные физические, механические, теплофизические свойства пищевых продуктов, установить факторы, влияющие на их изменение

Такие процессы, как охлаждение и замораживание, отепление и размораживание пищевых продуктов являются тепло-массообменными. Расчеты данных процессов можно выполнить, если известны физические, теплофизические, геометрические характеристики. К ним относят: криоскопическую температуру, плотность, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, энтальпию и другие. При замораживании плотность уменьшается на 5–8%, т.к. вода, превращаясь в лед, увеличивается в объеме

Во всех продуктах содержится вода (от 13 до 90 %), в которой растворены минеральные соли, сахара. Поэтому она замерзает не при 0°C, а при более низкой температуре. Например, при –5°C обычно замерзает около 75 % воды в мясе, при –10°C – более 80%, а при –20°C – около 90%. Чем больше содержится в продукте низкомолекулярных растворенных веществ (соли, сахаров), тем ниже будет его начальная температура замерзания.

Удельная теплоемкость – величина, численно равная количеству теплоты, необходимому для нагревания или охлаждения 1 кг вещества на 1°C. Теплоемкость убывает с понижением температуры, стремясь к нулю при абсолютном нуле температуры. Следовательно, чем ниже будет теплоемкость, тем меньше тепла будет отводиться от продукта, и дольше будет охлаждаться: $Q = C \cdot M \cdot \Delta t$.

Теплопроводность – один из видов теплопередачи. Явления теплопроводности возникают при разности температур между отдельными участками тела (про-

дукта). Количественно теплопроводность характеризуется коэффициентом теплопроводности и измеряется в $[Вт / м \cdot К]$.

Продолжительность охлаждения и замораживания зависят от теплопроводности продукта. Пищевые продукты, хранящиеся на холодильниках, имеют очень малую теплопроводность, поэтому их охлаждение происходит медленно – несколько часов и даже суток. Продукты с большим содержанием жира охлаждаются медленнее, так как теплопроводность жира в 3 раза меньше теплопроводности мышечной ткани мяса или рыбы. Когда в продуктах не происходит льдообразование, то теплопроводность продукта мало изменяется и в расчетах принимается величиной постоянной. При понижении температуры с льдообразованием в продукте теплопроводность увеличивается. В этом случае теплопроводность замораживаемого продукта зависит от количества вымороженной воды.

Температуропроводность характеризует изменение температуры в продукте. Резко уменьшается при образовании льда в продукте, т.к. выделяется теплота кристаллизации. При дальнейшем понижении температуры коэффициент теплопроводности увеличивается, теплоемкость уменьшается, температуропроводность увеличивается и достигает постоянного значения, когда вода полностью переходит в лед.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие продукты называются скоропортящимися?
- 2) Что такое белки, жиры и углеводы?
- 3) Что такое криоскопическая температура?

Тесты

- 1) Ферменты разрушаются при следующей температуре:
а) $-10^{\circ}C$; б) $70^{\circ}C$; в) $40^{\circ}C$; г) $0^{\circ}C$; д) $20^{\circ}C$.
- 2) Плотность измеряется в:
а) $кг / м^3$; б) $м^3 / кг$; в) $кг / м^2$; г) $см^2 / кг$.

- 3) Для телятины характерна следующая криоскопическая температура:
а) $-2 \div -3^{\circ}\text{C}$; б) -7°C ; в) $-0,8 \div -0,9^{\circ}\text{C}$; г) $+1 \div 0^{\circ}\text{C}$; д) $0 \div -0,2^{\circ}\text{C}$.
- 4) При -15°C 1 м^3 воздуха воспринимает следующее количество влаги:
а) 17,22 г; б) 4,89 г; в) 0,5 г; г) 1,18 г; д) 1,58 г.
- 5) Температуропроводность выражается соотношением:
а) теплопроводности, теплоемкости, плотности;
б) относительной влажности, криоскопической температуры;
в) теплоемкости, температуры.

Практическое занятие № 4.

Рабочие вещества парокомпрессионных холодильных машин. Общие сведения о хладагентах и хладоносителях

Цель занятия: изучить основные характеристики применяемых в практике хладагентов и хладоносителей

- Хладагенты - это рабочие вещества паровых холодильных машин, с помощью которых обеспечивается получение низких температур. Наиболее распространенные из них - хладон и аммиак.
- При выборе хладагента руководствуются его термодинамическими, теплофизическими, физико-химическими и физиологическими свойствами. Важное значение имеет также его стоимость и доступность. Хладагенты не должны быть ядовиты, не должны вызывать удушья и раздражения слизистых оболочек глаз, носа и дыхательных путей человека.
- Хладон-12 (R-12) имеет химическую формулу CHF_2Cl (дифтордихлорметан). Он представляет собой газообразное бесцветное вещество со слабым специфическим запахом, который начинает ощущаться при объемном содержании его паров в воздухе свыше 20%. Хладон-12 обладает хорошими термодинамическими свойствами.
- Хладон-22 (R-22), или дифтормонохлорметан (CHF_2Cl), так же как и хладон-12, обладает хорошими термодинамическими и эксплуатационными свойствами. Отличается он более низкой температурой кипения и более высокой теплотой парообразования. Объемная холодопроизводительность хладона-22 примерно в 1,6 раза больше, чем хладона-12.
- Аммиак (NH_3) - бесцветный газ с удушливым сильным характерным запахом. Аммиак имеет достаточно высокую объемную холодопроизводительность. Производство его основано главным образом на методе соединения водорода с азотом при высоком давлении с наличием катализатора. Аммиак применяют и для получения низких температур (до -70°C) при глубоком вакууме. Теплота парообразования, теплоемкость и коэффициент теплопроводности у аммиака выше, а

вязкость жидкости меньше, чем у хладонов. Поэтому он имеет высокий коэффициент теплоотдачи. Стоимость аммиака невысока по сравнению с другими хладагентами.

- Как известно, некоторые хладагенты обладают озоноразрушающей способностью, что не может не тревожить международную общественность.
- Хлорсодержащие хладагенты, достигая стратосферы, разлагаются там ультрафиолетовыми лучами и высвобождают хлор, быстро реагирующий с озоном, разрушая, таким образом, озоновый слой.
- Способность хлорсодержащих хладагентов вызывать этот процесс называется озоноразрушающим потенциалом - ОРП.

Продолжительность жизни хладагентов в атмосфере также очень важный фактор. Это показатель времени, в течение которого различные вещества сохраняются в атмосфере и могут влиять на окружающую среду. Иными словами, чем дольше химикат или хладон сохраняется в атмосфере, тем он менее экологически безопасен

В 1985г. в Вене была принята Конвенция о защите озонового слоя. К ней присоединились 127 государств, включая Россию и страны СНГ.

- В 1989г. вступил в силу Монреальский протокол о постепенном сокращении, а затем и о полном прекращении в 2030г. выпуска озоноразрушающих хладагентов. К опасным группам были отнесены хладоны R-11, R-12, R-113, R-114, R-115, R-12B1, R-13B1, R-114B2. В 90-х гг. текст протокола был ужесточен путем введения ограничений не только на производство, но и на торговлю, экспорт и импорт любой холодильной техники, содержащей озоноразрушающие вещества.

- Российская Федерация приняла на себя обязательства, вытекающие из Монреальского протокола об охране озонового слоя. Согласно принятым решениям, R-502 запрещен к производству с 1 января 1996г. Для R-22 установлены более отдаленные сроки -- сокращение производства и использования с 2005г. и полный запрет начиная с 2020г.

- Для замены R-502 и R-22 основными мировыми производителями химической продукции были разработаны и выпускаются переходные (с содержанием хлорфторуглеводородов) и озонобезопасные (состоящие только из фторуглеводородов) смеси хладагентов.

- К переходным хладагентам относятся R-402, R-403B и R-408A, которые могут использоваться в действующем оборудовании. Большая часть этих новых рабочих веществ появилась сегодня на российском рынке.

Озонобезопасные хладагенты R-507, R-404A, R-134A можно рекомендовать как для работы в новом оборудовании, так и для реконструкции низкотемпературных холодильных систем. Они разработаны для замены R-22 в действующем и выпускающему в настоящее время оборудовании.

Для производителей все более трудным становится рациональный подбор хладагента применительно к конкретному объекту. Поэтому проблема использования в качестве хладагентов природных веществ, и в первую очередь аммиака, наиболее актуальна сейчас у производителей холодильного оборудования.

Аммиачные холодильные установки эксплуатируются уже около 120 лет. В России подавляющая часть потребности в холоде для стационарных холодильников обеспечивается именно аммиачными холодильными установками.

В 90-х гг. и в Западной Европе значительно расширилось использование аммиака, поскольку он:

- * не разрушает озоновый слой,
- не оказывает прямого воздействия на глобальный тепловой эффект;
- * обладает отличными термодинамическими свойствами;
- * имеет высокий коэффициент теплоотдачи при кипении и конденсации;
- * имеет высокую энергетическую эффективность в холодильном цикле;
- * обладает низкой стоимостью, производство его доступно, проблемы его воспламеняемости и токсичности сегодня разрешимы, что делает его привлекательным для производителей холодильного оборудования.

Вопросы для самоконтроля

1. Что представляют собой хладагенты?
2. Чем руководствуются при выборе хладагента?
3. Какие хладагенты обладают озоноразрушающей способностью?
4. Какова продолжительность жизни хладагентов в атмосфере?
5. Какими достоинствами обладает аммиак?

Практическое занятие № 5.

Исследования и расчеты теплового состояния тел в холодильной технологии. Тепловые расчеты процесса замораживания

Цель занятия: изучение методики расчета теплового состояния тел в холодильной технологии

На биохимические, биофизические процессы и физические характеристики пищевых продуктов существенное влияние оказывает температура, поэтому изучение теплового состояния тел имеет значение для оценки и совершенствования процессов холодильной обработки. Исследования и расчеты теплового состояния

тел в холодильной технологии основаны на применении математических методов, в частности на теории теплопроводности. Основной задачей теории теплопроводности является нахождение температуры t тела в любой его точке и в любой момент времени τ , т.е. определение t как функции координат точки M и времени τ :

$$t = f(x, y, z, \tau)$$

Если температурное поле меняется во времени, то тепловые процессы, протекающие в таких условиях, называются нестационарными. Указанные зависимости могут быть найдены из решения дифференциального уравнения теплопроводности Фурье:

$$dQ = -\gamma (dt/dn) dF d\tau$$

Т. е., по закону Фурье количество теплоты dQ , протекающей через элемент поверхности dF за время $d\tau$ в направлении n выражается формулой, где dt/dn обозначена производная температуры по направлению n , в котором движется тепло. Величина $q_n = -\gamma (dt/dn)$ называется удельным тепловым потоком в направлении n и представляет собой количество теплоты, прошедшей за единицу времени через единичную площадку. Пользуясь обозначением q_n закон Фурье можно записать в следующем виде:

$$dQ = q_n dF d\tau$$

Температура зависит от большого числа переменных и постоянных параметров и решение представляет сложную математическую задачу. Поэтому имеются уже готовые расчетные формулы для трех задач: неограниченной пластины, цилиндра бесконечной длины и шара. Переменные можно сгруппировать в три безразмерных комплекса: Bi ; F_0 ; θ , (x/R) – безразмерная координата.

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

1. Безразмерная температура: $\theta = (t - t_c) / (t_n - t_c)$,

где t , t_n – текущая и начальная температура продукта, $^{\circ}\text{C}$; t_c – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$. $t = t(x, \tau)$. При $\tau=0$ температура θ пластины во всех точках равна $t_n = 1$. С течением времени температура пластины меняется. Чем больше времени прошло от начала процесса охлаждения, тем ближе t к температуре среды. Если $\tau \rightarrow \infty$, то $t \rightarrow t_c$ и $\theta \rightarrow 0$.

2. Критерий Био, характеризующий эффективность теплообмена поверхности продукта с охлаждающей средой, рассчитывается по уравнению:

$Bi = \alpha \cdot l / \lambda$ где α - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности продукта к охлаждающей среде, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ К}$. Для приближенных расчетов принимают: $\alpha = 1000 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ К}$ – при скорости движения жидкости, равной $0,5 \text{ м}/\text{с}$; продукта к жидкой среде $\alpha_{от} = 200 - 230 \text{ Вт} / \text{м}^2\text{К}$ – при естественной конвекции. l – половина толщины продукта, м ; λ - коэффициент теплопроводности продукта, $\text{Вт} / \text{мК}$.

3. Критерий Фурье находят либо из номограммы, либо можно рассчитать по формуле: $F_0 = \alpha \tau / R^2$, где α – коэффициент температуропроводности продукта, $\text{м}^2/\text{ч}$; τ - продолжительность охлаждения, ч ; R – половина толщины продукта, м .

4) Количество теплоты, отводимой при охлаждении от продукта, можно определить по формуле: $Q = G \cdot C \cdot (t_n - t)$ или $Q = G \cdot (i_n - i)$ (6) G – суточное поступление груза в камеру, $\text{т}/\text{сут}$; C – теплоемкость, определяется по таблицам, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$; $(i_n - i)$ – разность удельных энтальпий продукта при его начальной и конечной температуре, $\text{кДж}/\text{кг}$.

При тепловых расчетах замораживания задаются начальная и конечная температура продуктов. Конечная температура замораживания никогда не бывает одинаковой во всех точках продукта к концу процесса. Поэтому рассчитывают среднюю температуру продукта за процесс в интервале t_1 и t_2 при условии, что оба эти значения лежат в области от криоскопической температуры до температуры окончания льдообразования:

$$t_{cp} = t_2 - t / 2,31 \cdot \lg (t_2 / t)$$

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, содержащаяся в тканях, превращается в лед. Определяется по формуле Планка:

$$r = q_3 \cdot \lambda \cdot l \cdot (1/4\lambda_3 + 1/\alpha) / 3,6 \cdot (t_{кр} - t_c) \cdot A$$

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_n – энтальпия продукта при начальной температуре, кДж/кг; $i_{ск}$ – энтальпия продукта при средней – конечной температуре продукта, кДж/кг; γ – плотность замороженного продукта, кг/м³; $t_{кр}$ – начальная криоскопическая температура, °C; t_c – температура теплоотводящей среды, °C; λ_3 – коэффициент теплопроводности продукта при средней температуре его в процессе замораживания между криоскопической и средней конечной, Вт/м·K; α – коэффициент теплоотдачи от теплоотводящей среды, Вт/м·K; A – коэффициент, значение которого зависит от формы замораживаемого тела для плоскопараллельной пластины $A = 2$, для бесконечного прямого круглого цилиндра $A = 4$, для шара $A = 6$, при l – толщине пластины, диаметра цилиндра и шара.

При расчетах по формуле Планка можно получить лишь приблизительные значения, т.к. они не учитывают теплоемкость замороженной части тела, а также особенности строения и специфические свойства пищевых продуктов.

Количество теплоты, отводимой от продуктов при замораживании, определяют по формуле: $Q_m = G [C_0 (t_n - t_{кр}) + r \cdot W \cdot \omega + C_m (t_{кр} - t_{ск})]$ (9) где G – масса замораживаемого продукта, кг; C_0 – удельная теплоемкость продукта при темпе-

ратуре 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; ω – количество замороженной воды в продукте, определяемое при средней конечной температуре, °С; W – относительное содержание воды в продукте; C_m – теплоемкость мороженого продукта Дж/кг·К; $t_{ск}$ – средняя конечная температура продукта, °С.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Как рассчитывается безразмерная температура?
- 2) Что характеризует критерий Био?
- 3) Как определяют критерий Фурье?

Практическое занятие № 6.

Охлаждение, подмораживание и замораживание пищевых продуктов как способ консервирования

Цель занятия: изучение способов консервирования растительного и животного сырья и продуктов питания холодом

Способ консервирования холодом основан на том, что при понижении температуры значительно снижаются жизнедеятельность микроорганизмов и активность тканевых ферментов, вызывающих замедление реакций как естественно протекающих в продуктах (автолиз мяса, дыхание и созревание плодов), так и вызываемых деятельностью микроорганизмов.

Для кратковременного и особенно длительного хранения некоторых продуктов требуются специальные условия. Такие пищевые продукты называются скоропортящимися. К ним относят: мясопродукты, рыба и морепродукты, молочные продукты, яйца, масло животное и растительные жиры, свежие плоды и овощи, дрожжи хлебопекарные, виноградные и плодово-ягодные вина, мороженое и другие. Все скоропортящиеся продукты во время хранения подвергаются значитель-

ным изменениям. Консервирование пищевых продуктов заключается в специальной их обработке для предохранения от порчи при их хранении.

Все методы консервирования можно подразделить на 5 групп:

Физические - в основу их положено использование высоких и низких температур, а также ионизирующих излучений, ультрафиолетовых лучей, ультразвука и фильтрации;

Физико-химические методы включают сушку, соление и использование сахара;

Химические методы консервирования основаны на применении химических веществ, которые должны быть безвредными для человека и не должны изменять вкус, цвет и запах продукта. В настоящее время в качестве консервантов разрешены следующие химические препараты: этиловый спирт, уксусная, сернистая, бензойная, сорбиновая кислоты и некоторые их соли, борная кислота, уротропин, антибиотики, озон, углекислый газ и ряд других.

Биохимические методы консервирования основаны на подавляющем действии молочной кислоты, образующейся в результате сбраживания сахаров продукта молочнокислыми бактериями; К комбинированным методам относят дымное и бездымное копчение, а также другие способы, основанные на использовании нескольких видов консервантов одновременно.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие бывают методы консервирования?
- 2) Что такое регулируемая и модифицированная газовые среды ?
- 3) Что такое охлаждение, замораживание, подмораживание, отепление и размораживание?
- 4) От каких факторов зависит продолжительность охлаждения?
- 5) Какие существуют методы подмораживания?
- 6) Чем отличается процесс замораживания от процесса охлаждения?
- 7) Каковы обязательные условия хранения продуктов?

8) Какова цель процессов отопления и размораживания?

Тесты

- 1) Консервирование холодом основано на том, что при понижении температуры:
 - а) снижаются жизнедеятельность микроорганизмов и активность тканевых ферментов;
 - б) увеличиваются жизнедеятельность микроорганизмов и активность тканевых ферментов;
 - в) происходит отмирание микроорганизмов и тканевых ферментов;
- 2) Продукты могут портиться под влиянием:
 - а) ультрафиолетового излучения;
 - б) бензойной кислоты;
 - в) кислорода воздуха и солнечных лучей;
- 3) Физические методы консервирования основаны на:
 - а) использовании химических веществ;
 - б) применении низких и высоких температур, ультрафиолетового и ионизирующего излучений;
 - в) солении и сушке;
- 4) Бактерицидная область включает следующую длину волны:
 - а) 1000 – 1360 Å;
 - б) 3000 - 3500 Å;
 - в) 1600 – 1900 Å;
 - г) 2000 – 2950 Å.
- 5) Химические вещества, подавляющие микроорганизмы, обитающие на пищевых продуктах и предохраняющие тем самым их от порчи называются:
 - а) фармацевтическими веществами;
 - б) антисептиками;
 - в) антибиотиками.
- 6) При какой температуре продукт считается охлажденным:
 - а) $2 \div 8^{\circ}\text{C}$;
 - б) $0 \div 4^{\circ}\text{C}$;
 - в) $-3 \div 0^{\circ}\text{C}$;
 - г) $-5 \div 3^{\circ}\text{C}$;
 - д) $0 \div 7^{\circ}\text{C}$.
- 7) Охлаждение считается законченным, если:
 - а) температура внутренних слоев продукта понизится до температуры последующего хранения его в холодильнике;
 - б) температура внешних слоев продукта понизится до температуры для последующего процесса замораживания;
 - в) температура внутренних слоев продукта понизится до температуры для последующего процесса замораживания;
 - г) температура внешних слоев продукта понизится до температуры последующего хранения его в холодильнике.
- 8) Температура хранения охлажденных продуктов:
 - а) $8 \div -5^{\circ}\text{C}$;
 - б) $6 \div 4^{\circ}\text{C}$;
 - в) $-2 \div -7^{\circ}\text{C}$;
 - г) $2 \div -2^{\circ}\text{C}$;
 - д) $0 \div -6^{\circ}\text{C}$.

Практическое занятие № 7.

Процессы отепления и размораживания продуктов

Цель занятия: изучение особенностей процессов отепления и размораживания пищевых продуктов

Отепление и размораживание – это заключительные этапы в непрерывной цепи холодильной технологии, осуществляемые непосредственно перед выпуском пищевых продуктов в розничную торговлю, перед промышленной или кулинарной обработкой.

Цель этих операций – приведение продукта в состояние, удобное для дальнейшего использования его и как можно близкое к состоянию, свойственному натуральному продукту высокого качества.

Учитывая, что отепление – это процесс, обратный охлаждению, а размораживание – обратный замораживанию, то стремятся достичь максимальной обратимости этих процессов.

Отепление охлажденных продуктов – это процесс постепенного повышения температуры продукта до температуры окружающего воздуха при максимально полном сохранении его качества. Отепление позволяет предотвратить конденсацию влаги из воздуха на более холодную поверхность продуктов при переходе из холодной среды в теплую и обсеменение их микрофлорой воздуха.

Отепление проводят в воздушной среде, регулируя в ней количество водяных паров, и по возможности обеспечивая стерильность. Такие продукты, как соленые рыбные товары, сливочное масло в отеплении не нуждаются, т.к. конденсирующаяся на них вода вреда не причиняет, а плоды, баночные консервы, в отеплении нуждаются.

Отепление проводят в камерах, оборудованных устройствами кондиционирования воздуха. Продолжительность отепления зависит от размеров продукта, вида тары, упаковки, их теплофизических свойств, скорости движения воздуха, началь-

ной и конечной температуры продукта. Отопление переохлажденных плодов и овощей продолжается от нескольких суток до нескольких недель.

Размораживанием называют технологический процесс превращения льда, содержащегося в мороженных продуктах, в жидкую фазу. Размораживают почти все мороженные продукты, кроме тех, которые могут быть реализованы в мороженном виде (мясо, рыба, мороженое).

При поступлении в торговую сеть размораживать продукты не рекомендуется, т.к. их товарный вид ухудшается.

Размораживание протекает более медленно, чем замораживание, вследствие различия условий теплопередачи для льда и воды. Для осуществления фазового перехода льда в воду требуется больше количества тепла подвести, чем наоборот, из воды в лед. На качество размороженного продукта существенно влияют скорость и конечная температура замораживания (быстро замороженные продукты при -30°C и ниже необходимо также быстро разморозить для сохранения качества продукта). Это связано с образованием мелких кристаллов льда.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что такое холодильная технология и что она изучает?
- 2) Под влиянием каких факторов продукты питания портятся?
- 3) Какие бывают методы консервирования?
- 4) Что такое регулируемая и модифицированная газовые среды ?
- 5) Что такое охлаждение, замораживание, подмораживание, отепление и размораживание?
- 6) От каких факторов зависит продолжительность охлаждения?
- 7) Какие существуют методы подмораживания?
- 8) Чем отличается процесс замораживания от процесса охлаждения?
- 9) Каковы обязательные условия хранения продуктов?
- 10) Какова цель процессов отепления и размораживания?

Практическое занятие № 8.

Общие обязательные условия холодильного хранения

Цель занятия: изучение принципов и правил хранения пищевых продуктов в условиях холода

Холодильное хранение пищевых продуктов осуществляется в специальных сооружениях – холодильниках или в специальных сооружениях – холодильных камерах. Процесс холодильного хранения принципиально отличается от процессов холодильной обработки.

Если целью, например, охлаждения, замораживания, подмораживания, является отведение теплоты и изменение состояния продукта как главного фактора, то целью хранения является обеспечение неизменности свойств продуктов в течении технологически заданного времени. В это время подвода или отвода теплоты от или к продукту не требуется.

Все предшествующие методы холодильной обработки продуктов имеют целью лишь подготовить продукт к последующему краткосрочному или длительному хранению. При краткосрочном хранении продукт в основном хранится при близкриоскопической температуре.

При длительном хранении – в замороженном состоянии. В холодильниках торговых предприятий продукт в замороженном состоянии хранится относительно недолго.

Не разрешается совместное хранение с другими продуктами колбасных изделий и мясокопченостей, сыра, солёной рыбы, дрожжей хлебопекарных, овощей и фруктов, т.е. тех продуктов, запахи которых могут восприниматься другими продуктами.

Продукты в камерах должны хорошо омываться охлаждающим воздухом со всех сторон, поэтому:

- Укладываются на подтоварники или стеллажи
- Штабеля имеют отступы от стен и батарей

- Организуются проходы для подступа к продуктам

Принятые режимы хранения охлажденных продуктов: температура на $0,5-2^{\circ}\text{C}$ выше температуры криоскопической; $\varphi = 85-90\%$ $\omega = 0,1-0,2$ м/сек продукты укладывают неплотными штабелями с прокладкой реек между рядами; подвешивают на крюках и т.д. с таким расчетом, чтобы воздух свободно циркулировал вокруг них.

Подмороженных продуктов: температура на $1-2^{\circ}\text{C}$ ниже криоскопической $\varphi = 92-95\%$ $\omega = 0,1-0,2$ м/с

Замороженных продуктов: режим хранения в зависимости от вида продуктов, упаковки, требуемой продолжительности хранения различны, но температура хранения должна быть не выше -18°C $\varphi = 100\%$. Замороженные продукты укладывают плотными штабелями, чтобы исключить циркуляцию воздуха внутри штабеля.

Иногда, при хранении охлажденных продуктов ставится задача не просто торможения изменений, а направленное их регулирование. Например:

- Созревание сыров
- Дозревание хранимых плодов
- Выдержка охлажденного мяса для разрежения посмертного окоченения и созревания.

В этих случаях выбираются режимы хранения благоприятные для этих процессов.

Разнообразие свойств продуктов и постановление задач приводит к значительным различиям режимов хранения в охлажденном состоянии.

Для хранения замороженных продуктов различия режимов невелики, но зависят от требуемой продолжительности хранения. Основными параметрами хранения являются температура (t), относительная влажность воздуха (φ), скорость движения воздуха (ω)

Вспомогательными средствами являются:

- Ультрафиолетовое облучение
- Озонирование
- Хранение в газовых средах
- Упаковка
- Антибиотики
- Антиокислители и т.д.

Общие принципы и условия организации правильного хранения

1. Постоянство и равномерность поля режимных параметров: температуры, относительной влажности, скорости циркуляции воздуха достигается за счет изоляции помещений, компенсации теплопритоков, автоматизации контроля и регулирования скоростей и температур и т.д.
2. Сокращение теплопритоков, влияющих на температуру и относительную влажность
3. Приём на хранение только доброкачественных продуктов
4. Содержание холодильных камер в чистоте
5. Соблюдение правил размещения и укладки скоропортящихся продуктов
6. Соблюдение принципов товарного соседства

Правила приёмки

На хранение принимаются только доброкачественные продукты, получившие соответствующую товароведную оценку. В зависимости от вида входного контроля продукты подразделяют на две группы:

I – подлежащие товароведно-технологическому и ветеринарно-санитарному контролю: мясо всех видов животных и мясопродукты, птица, яйца, меланж, яичный порошок, жир-сырец, шпик, топленый животный жир, консервы мясные и мясорастительные.

II – подлежащие технологическому и товароведческому контролю: масло животное, маргарин, кисломолочные продукты, сыр, сгущённое молоко, плоды, ягоды, рыба и рыбные продукты.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы обязательные условия правильного хранения охлажденных, подмороженных или замороженных продуктов?
2. Назовите основные параметры холодильного хранения продуктов питания?
3. В чем заключается необходимость строгого соблюдения принципов товарного соседства?
4. Какими вспомогательными средствами пользуются при холодильном хранении продуктов?
5. Назовите продукты, для которых не разрешается совместное хранение?

Практическое занятие № 9.

Микроорганизмы пищевых продуктов в холодильной технологии. Устойчивость микроорганизмов к отрицательным температурам

Цель занятия: изучение характерной микрофлоры пищевых продуктов и их устойчивости к отрицательным температурам

В большинстве случаев ухудшение качества и последующая порча продуктов питания обусловлены рядом факторов. Первые – это естественные ферменты, а вторые микроорганизмы, размножающиеся как внутри продукта, так и на его поверхности.

Мясо, птица, рыба. Первые часы после убоя скота глубинные слои мяса практически стерильны. На поверхности туши видовой состав микрофлоры разнообразен – это почвенные бактерии (кокки, бациллы, клостридии), бактерии кишечника, а также плесневые грибы. При хранении мяса в камерах охлаждения микрофлора некоторое время остается без изменений в результате образования на поверхности туши подсохшего слоя, препятствующего развитию микроорганизмов. В дальнейшем микрофлора претерпевает качественные изменения: мезофилы отмирают и развиваются психрофилы, где преобладающим видом становятся палочковидные бактерии, способные размножаться при температуре $0 \div -5^{\circ}\text{C}$, а отдельные виды даже при $-8 \div -9^{\circ}\text{C}$. В аэробных условиях хранения охлажденного мяса эти бактерии являются основным возбудителем его порчи.

Плесневые грибы являются основными возбудителями порчи мяса в условиях хранения при температуре $-4 \div -9^{\circ}\text{C}$. Они не только изменяют внешний вид и запах продукта, но и вызывают глубокий распад белков. Вследствие активного расщепления липидов продукт прогоркает. При некоторых отрицательных температурах плесневые грибы растут даже на замороженном мясе.

Особенностью микрофлоры мяса птицы является возможность присутствия в ней бактерий из группы *Salmonella*, способных вызвать пищевые токсикоинфекции. В этом отношении особенно опасны тушки водоплавающей птицы.

Микрофлора рыбы представлена споровыми и неспоровыми палочками, микрококками, сарцинами, а также обитающими в воде плесневыми грибами и дрожжами. В результате хранения рыбы при пониженных температурах мезофильные формы бактерий отмирают, а психрофилы развиваются. Рыба северных морей и рек больше заражена психрофилами, плесневыми грибами и дрожжами. При резком понижении температуры рост бактерий приостанавливается, и даже психрофилы начинают размножаться только спустя некоторое время. Если при 18°C количество бактерий достигает $10^8 - 10^9$ на 1 г рыбы в течение суток, то при температуре $0^{\circ}\text{C} \div -2^{\circ}\text{C}$ рост наблюдается только на четвертые – пятые сутки.

Молоко. В результате заражения сырое молоко может содержать различную микрофлору: молочнокислые бактерии, споровые и неспоровые палочки, бактерии группы кишечной палочки, микрококки и стафилококки. Бактерицидная фаза молока характеризуется тем, что после доения коров микроорганизмы в молоке не развиваются и даже частично отмирают в результате действия особых веществ. Немедленное охлаждение молока после дойки может продлить бактерицидную фазу до 24–28 ч. В зависимости от температуры хранения в молоке начинают преобладать термо- мезо- или психрофилы. Фаза развития молочнокислых бактерий характеризуется быстрым нарастанием кислотности в результате сбраживания лактозы в молочную кислоту. Если в молоке среда будет щелочной, то создадутся условия для развития гнилостных и маслянокислых бактерий и молоко станет не-

пригодным для употребления. Если молоко и сливки хранятся при низких температурах, в них задерживается размножение молочнокислых бактерий. Иногда при холодильном хранении молока может появиться слизь, чаще всего вызываемая психрофилами.

Плоды и овощи могут быть источником патогенной и токсичной микрофлоры. Особенно распространены возбудители кишечных заболеваний, которые не отмирают полностью при длительном хранении. Продукты, содержащие мало органических кислот, могут подвергаться действию, как плесневых грибов, так и бактерий. При хранении замороженных фруктов, овощей и ягод бактерии постепенно отмирают. В первую очередь гибнут неспоровые палочки, в том числе бактерии кишечной группы, более устойчивы микрококки, стафилококки и споровые. При оттаивании этих продуктов они начинают интенсивно размножаться, приводя к порче продукта.

Помимо этого продукты растительного происхождения содержат фитонциды различной активности. Такие овощи, как лук, чеснок и хрен, выделяют бактерицидные вещества, убивающие дезинтерийные, кишечные палочки, стафилакокки, а также холерные вибрионы. Фитонциды кожуры и мякоти цитрусовых, бананов, гранатов и яблок, а также ягод губительно действуют на различные бактерии, плесневые грибы.

Устойчивость микроорганизмов к отрицательным температурам зависит от трех факторов воздействия: температуры, скорости ее понижения и времени воздействия. Действие отрицательной температуры на микроорганизмы проявляется в изменении внутри- и внеклеточного состояния воды. Максимальное повреждающее действие оказывает внутриклеточное образование льда. Повышение устойчивости клеток к глубокому охлаждению достигается путем ступенчатого замораживания – сначала медленного, а затем быстрого до более низких температур, что объясняется внеклеточной кристаллизацией.

Устойчивость зависит также от продолжительности воздействия холода. В начале замораживания число бактериальных клеток быстро уменьшается, затем гибель микроорганизмов замедляется, и, наконец, остаются устойчивые к низким температурам клетки, количество которых зависит от условий замораживания и индивидуальной устойчивости вида микробов. Развитие микроорганизмов при температуре выше -10°C возможно и это может привести к снижению качества продукта. И даже его порче. Так, при длительном хранении мяса выше -8°C могут развиваться плесневые грибы. В замороженных фруктах и ягодах или их соках, хранящихся при температуре выше -8°C , образуется продукт жизнедеятельности дрожжей – спирт.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что такое микроорганизмы, и какие их группы существуют?
- 2) Какие микроорганизмы входят в состав микрофлоры воздуха и почвы?
- 3) Какие фазы выделяют при развитии микрофлоры молока?
- 4) От каких факторов зависит устойчивость микроорганизмов к отрицательным температурам?

Тесты

1. При какой температуре развитие плесени полностью прекращается:
а) 0°C ; б) -5°C ; в) -12°C ; г) $+2^{\circ}\text{C}$; д) -18°C .
- 2) При какой температуре способны расти психрофилы:
а) $+10 \div -10^{\circ}\text{C}$; б) $20 \div 40^{\circ}\text{C}$; в) $-5 \div -15^{\circ}\text{C}$; г) $0 \div 7^{\circ}\text{C}$.
- 3) При какой температуре в условиях хранения мяса основными возбудителями его порчи являются плесневые грибы:
а) $-10 \div -14^{\circ}\text{C}$; б) $-4 \div -9^{\circ}\text{C}$; в) $0 \div -2^{\circ}\text{C}$; г) $1 \div 5^{\circ}\text{C}$.
- 4) Какое вещество образуется в замороженных ягодах, фруктах или их соках при хранении выше -8°C :
а) спирт; б) углекислота; в) вода; г) углекислый газ.
- 5) Какие вещества содержатся в овощах и фруктах, что помогает им убивать различные бактерии, грибы:
а) органические кислоты; б) углеводы; в) фитонциды; г) витамины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Румянцев Ю. Д., Каяюнов В. С. Холодильная техника. Спб.: Профессия, 2005 – 360 с.
2. Терехова О. Н. Холодильная техника и технология. Сборник примеров расчетов и лабораторных работ, Алтай: АлтГТУ, 2005. – 124 с.
3. Цуранов О. А., Крысин А. Г. Холодильная техника и технология, Спб: Лидер, 2004. – 448 с.
4. Шмакова Т. А. Научные основы применения холода в производстве пищевых продуктов. Рабочая программа и методические указания. М.: МГУТУ, 2008. – 28 с
5. Шмакова Т. А. Холодильная технология. Практикум для студентов. М.: МГУТУ, 2007. – 32 с.
6. Шмакова Т. А. Холодильная технология. Научные основы применения холода в производстве пищевых продуктов. Учебно-практическое пособие. М.: МГУТУ, 2007. – 64 с.
7. Воробьева Н.Н. Холодильная техника и технология. – К.: КТИПП, 2006. – 268 с.
8. Воробьева Н. Н. Теплофизические процессы в холодильной технологии. – К.: КТИПП, 2007. – 150 с.
9. Новикова М. А., Новиков В. И. Холодильная технология. Научные основы применения холода в производстве пищевых продуктов. Учебно-практическое пособие. – М.: МГУТУ, 2004 – 64 с.

