

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ
РАБОТ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.1 Химия пищевых продуктов
индекс и наименование дисциплины (на русском и иностранном языке при
реализации на иностранном языке) в соответствии с ФГОС ВО и учебным
планом

Направление подготовки/специальность 19.03.04 Технология продукции и
организация общественного питания
шифр и наименование направления подготовки/специальности

Направленность (профиль) 19.03.04.01.01 «Технология организации ресто-
ранного дела»
шифр и наименование направленности (профиля)

Красноярск 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Тема 1. Введение в химию пищевых продуктов.....	6
Тема 2. Белки и пептиды в пищевых продуктах, их превращения в технологических потоках.....	14
Тема 3. Жиры в пищевых продуктах, их превращения в технологических потоках.....	22
Тема 4. Углеводы в пищевых продуктах, их превращения в технологических потоках.....	33
Тема 5. Витамины в сырье и готовой продукции	44
Тема 6. Минеральные вещества в сырье и готовой продукции.....	49
Тема 7. Химия цвета, вкуса и запаха. Пищевые добавки, формирующие органолептические свойства продукта	58
Тема 8. Пищевые добавки, формирующие физико-химические, структурные и реологические свойства продукта.....	64
Тема 9. Вода как ингредиент пищевого продукта	84
Задания и методические указания к выполнению контрольной работы	91
Перечень вопросов для зачета	99
Библиографический список.....	102
Приложения.....	103
<i>Приложение 1.</i> Величины основного обмена (ккал) для взрослого человека в зависимости от пола, массы тела, возраста.....	103
<i>Приложение 2.</i> Энерготраты взрослого человека при различной физической активности по отношению к величине основного обмена (КФА).....	104
<i>Приложение 3.</i> Содержание основных компонентов питания в некоторых пищевых продуктах.....	105
<i>Приложение 4.</i> Состав незаменимых аминокислот в продуктах питания.....	107
<i>Приложение 5.</i> Содержание жирных кислот в различном жиросодержащем сырье.....	109

ВВЕДЕНИЕ

Химия, относящаяся к числу фундаментальных наук, все более основательно проникает в сферу производственной технологии, в том числе и пищевой. Создание новых, совершенствование и коренное улучшение многих существующих технологических процессов сегодня невозможно без проникновения в механизм взаимодействия соответствующих компонентов, без соотнесения технологических режимов с данными химической науки.

Цель дисциплины «Химия пищевых продуктов»: изучение состава химических веществ пищевого сырья и готовой продукции, функционально-технологических свойств компонентов, механизмов их превращений под воздействием физико-химических, химико-биотехнологических факторов и направленного регулирования качественных характеристик пищевых систем готовой продукции.

Целью настоящего пособия является предложение студентам методических указаний, направляющих и ориентирующих студентов на глубокое теоретическое освоение материала в соответствии с требованиями государственного стандарта к содержанию дисциплины, а также на практическое приложение полученного знания. Данные методические указания представляют собой комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющих студенту оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины «Химия пищевых продуктов».

Изучение курса химии пищевых продуктов студентами направления подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» заочной формы обучения базируется в основном на самостоятельной работе. В связи с этим целью настоящего пособия является предложение студентам методических указаний, направляющих и ориентирующих студентов на глубокое теоретическое освоение материала в соответствии с требованиями государственного стандарта к содержанию дисциплины, а также на практическое приложение полученного знания.

Для оказания реальной помощи студентам-заочникам в изучении курса авторы при составлении пособия решали следующие задачи: определение круга основных вопросов по каждой теме; предложение методических указаний для последовательного самостоятельного изучения всех разделов темы; написание краткой теории и приложение справочной информации; предложение алгоритма выполнения заданий по некоторым темам; подбор вопросов для самоконтроля и задач для выполнения студентами контрольной работы. В связи с вышесказанным данную методическую разработку можно рассматривать как руководство для самостоятельного освоения теоретического материала дисциплины и выполнения студентом контрольной работы.

Методические указания составлены в соответствии с ФГОС, предъявляемым к подготовке дипломированных бакалавров в области технологии продуктов и организации общественного питания.

Общие указания

Для изучения химии пищевых продуктов студентами специальности технология продуктов общественного питания заочной формы обучения в соответствии с учебным планом отводятся лекционные часы и часы для проведения лабораторно-практических занятий в объеме не более 25% от необходимого. Изучение курса студентами заочной и ускоренной форм обучения базируется, в основном, на самостоятельной работе. Она складывается из следующих этапов:

- изучение материала по учебнику и учебным пособиям;
- заочное выполнение контрольной работы.

Во время сессии студенты слушают обзорные лекции, где дается наиболее трудный для самостоятельного изучения материал программы, и выполняют лабораторные и практические работы, предусмотренные учебным планом. Лабораторный практикум считается выполненным, если студент отработал все лабораторные работы, сделал отчет по ним и ответил на вопросы преподавателя при их защите.

Самостоятельная работа с книгой. Самостоятельное изучение курса по книге или учебному пособию следует рассматривать как основную работу при изучении дисциплины. Осваивать материал курса нужно по темам с учетом вопросов в программе. При первом чтении не задерживайтесь на математических выводах, составлении уравнении реакций, но старайтесь получить общее представление об излагаемых вопросах, а также выявить трудные и неясные места. Внимательно читайте текст, выделенный жирным шрифтом. При повторном изучении темы усвойте все теоретические положения, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления химических уравнений. При этом глубже вникайте в сущность вопроса, а не пытайтесь запомнить отдельные явления и факты. Такой подход к изучению вопроса способствует более глубокому и прочному усвоению материала. Также для лучшего понимания необходимо завести рабочую тетрадь и заносить в нее формулировки законов и основных понятий курса, незнакомые химические термины и названия веществ, формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы. В случае, когда материал поддается логической систематизации, составляйте схемы, графики, диаграммы, таблицы. Они облегчают запоминание и уменьшают объем конспектируемого материала. При повторении материала (в период подготовки к зачету) краткий конспект курса будет необходим и полезен. Изучение курса должно сопровождаться выполнением упражнений, тестовых и типовых заданий по каждому разделу. Выполнение заданий – один из лучших способов самоконтроля прочности усвоения теоретического материала.

Выполнение контрольной работы. Студент заочной формы обучения в процессе изучения дисциплины должен выполнить заочно одну контрольную работу и пройти по ней устное собеседование с преподавателем-

рецензентом. К выполнению контрольной работы приступают в момент, когда изучена нужная часть курса и разобраны решения примеров, приведенных перед задачами к конкретным темам контрольного задания.

В контрольной работе решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть кратко, но четко обоснованы. Исключение составляют случаи, где по существу вопроса такая мотивировка не требуется. При решении задач нужно приводить весь ход решения и математические преобразования.

В межсессионный период студент выполняет свой вариант контрольной работы в соответствии с требованиями на стр. 91. В конце работы приводят список использованной литературы. Контрольная работа должна быть сдана студентом до начала сессии. Если работа рецензентом возвращена, то до сдачи экзамена она должна быть доработана с учетом замечаний.

Изучение курса завершается зачетом. Студент считается допущенным к зачету при выполнении им всех необходимых требований: наличия защиты по лабораторному практикуму и пройденному устному собеседованию по контрольной работе.

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В ХИМИЮ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Предмет и задачи курса. Общие тенденции, которые являются неизбежным результатом цивилизации. Важнейшие нарушения пищевого статуса населения России. Основные направления пищевой химии. Пищевые продукты как сложный комплекс химических веществ. Градация пищевых продуктов. Химический состав пищевого продукта. Ценность пищевого продукта: физиологическая, биологическая, энергетическая. Величина основного обмена. Коэффициент физической активности - КФА. Качество пищи и товарные показатели. Органолептические характеристики. Доброкачественность продукта. Общие положения медико-биологических требований к качеству продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Теоретическая часть

Химия пищевых продуктов - это наука о химическом составе пищевых систем (продовольственного сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов питания); о физико-химических и биохимических его изменениях в организме человека и в технологических процессах подготовки, переработки, консервирования и хранения под воздействием различных факторов; об общих закономерностях этих превращений и о влиянии последних на структуру, свойства, качество и пищевую ценность продуктов питания; о методах выделения, фракционирования, очистки и каталитической модификации пищевых веществ, методах анализа сырья и продуктов питания; о пищевых добавках; природных токсикантах и загрязнителях. Пищевая химия основывается на теоретических положениях фундаментальных дисциплин и прежде всего химии и физики, а также биохимии, биофизики, биотехнологии, физиологии и гигиены питания.

Основными направлениями пищевой химии являются:

1. *Химический состав продовольственного сырья, полуфабрикатов, готовых продуктов питания, пищевая ценность и экологическая безопасность.* В первом направлении изучается химический состав продовольственного сырья, полуфабрикатов, готовых продуктов питания, их пищевая ценность и экологическая безопасность. Важное внимание уделяется пищевым (макронутриентам) и биологически активным (микронутриентам) веществам, в том числе эссенциальным (незаменимым) факторам питания: незаменимым аминокислотам, витаминам, полиненасыщенным жирным кислотам, а также содержанию, составу и структуре пищевых волокон. Изучаются также ксенобиотики: вредные вещества, попадающие в продукты питания на различных этапах пищевой цепи "производство → переработка → консервирование → хранение → потребление".

2. *Биохимические и физико-химические основы превращения макро- и микронутриентов в технологических процессах переработки, консервирова-*

ния и хранения продовольственного сырья и продуктов питания. Второе направление пищевой химии посвящено биохимическим и физико-химическим изменениям белков, углеводов, липидов, витаминов, минеральных веществ, фенольных и других соединений в технологических процессах переработки, консервирования и хранения продовольственного сырья и продуктов питания. При этом рассматриваются взаимодействие между собой отдельных компонентов пищевой системы (белково-углеводное, белок-липидное, белок-белковое – животные и растительные белки), характер возникающих связей, структура и строение образующихся комплексов и ассоциатов, их влияние на состав и свойства получаемых продуктов (пищевая, в том числе биологическая и энергетическая ценность, потребительские свойства и т. д.), а также соответствие ферментных систем организма химическим структурам пищи.

В пищевой химии важное значение придается разработке общей концепции превращений пищевых веществ в различных технологических процессах. Она основывается на знании состава, структуры химических компонентов пищевых систем и теории множественности и неоднозначности химических превращений, протекающих в продуктах под воздействием различных физико-химических, биохимических, микробиологических и других факторов. Большое внимание уделяется изучению механизма образования устойчивых комплексов и соединений, формированию органолептических показателей качества (вкус, аромат, консистенция), а также доброкачественности продуктов питания.

3. *Научные основы питания и биохимия пищеварения.* В третьем направлении изучаются основы адекватного и рационального питания человека, биохимии пищеварения. За последние годы наука о питании пополнилась и обогатилась знаниями о новых закономерностях в формировании потребности в пищевых, балластных и биологически активных веществах; о количественной потребности в отдельных витаминах, микро- и макроэлементах; о потребительских свойствах пищевого сырья, возможности максимального сохранения полезных нутриентов в процессе переработки и хранения пищевого сырья и продуктов питания; об изменении теоретических основ питания.

4. *Научные основы технологий производства и применения пищевых добавок.* В четвертом направлении изучаются природные и синтетические пищевые добавки, используемые с целью получения специальных пищевых продуктов, совершенствования технологии производства продуктов питания или придания им определенных свойств, сохранения нативных характеристик качества, улучшения органолептических показателей, увеличения продолжительности хранения.

5. *Научные основы создания экологически безопасных продуктов питания, сбалансированных по макро- и микронутриентам для различных групп населения.* Важное место в пищевой химии отводится изучению научных основ создания комбинированных, экологически безопасных продуктов пита-

ния, сбалансированных по макро- и микронутриентному составу для различных групп населения, что составляет пятое направление курса.

6-7. Теоретические основы выделения, фракционирования компонентов продовольственного сырья, их модификация. Методы анализа и исследования пищевых систем, их компонентов и добавок. В шестом и седьмом направлениях изучаются теоретические основы выделения, фракционирования и модификации продовольственного сырья, получения композитов, а также методы анализа и исследования пищевых систем, макро- и микронутриентов, пищевых добавок.

Пищевые продукты – это объекты животного или растительного происхождения, используемые в пищу в натуральном или переработанном виде в качестве источника энергии, пищевых и вкусо-ароматических веществ. Для производства пищевых продуктов используется продовольственное сырье, представляющее собой объекты растительного, животного, микробиологического, а также минерального происхождения, и вода.

В общем случае химический состав пищевого продукта формируют три основные группы компонентов: а) продовольственное сырье, б) пищевые добавки, в) биологически активные добавки.

Продовольственное сырье – объекты растительного, животного, микробиологического, а также минерального происхождения и вода, используемые для изготовления пищевых продуктов.

Пищевые добавки – природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и (или) сохранения качества пищевых продуктов.

Биологически активные добавки – природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов с целью обогащения рациона отдельными пищевыми или биологически активными веществами и их комплексами.

Пищевые продукты представляют собой сложный комплекс химических веществ, включающий:

1. Пищевые вещества (алиментарные, от англ. alimentary – пищевой):

- макронутриенты (от лат. nutritio – питание): белки, жиры, углеводы;
- микронутриенты: витамины (в т.ч. предшественники витаминов),- минеральные соли;
- вода

2. Непищевые вещества (неалиментарные): пищевые добавки, балластные вещества (пищевые волокна) и др.; пробиотики (или эубиотики)

3. Антипитательные вещества (антиалиментарные):

- ингибиторы пищеварительных ферментов
- антиминеральные (деминерализующие) вещества
- антивитамины и др.

4. Чужеродные вещества (ксенобиотики):

- остаточные количества пестицидов
- радиоактивные вещества
- соли тяжелых металлов
- нитрозамины и др.

Пищевые продукты подразделяются на следующие группы:

1. Продукты массового потребления, выработанные по традиционной технологии и предназначенные для питания основных групп населения.
2. Функциональные пищевые продукты массового назначения.
3. Пищевые продукты специального назначения для отдельных групп населения.
4. Продукты детского питания – специально созданные для питания здоровых и больных детей до трехлетнего возраста. К продуктам детского питания предъявляются особые требования по пищевой ценности и безопасности. Для их изготовления используется высококачественное сырье, разрабатываются специальные рецептуры и технологии. Выпускаются специализированные продукты детского питания на молочной, зерновой, мясной основе, а также продукты из рыбы, плодов, ягод и овощей. В эту же группу входят продукты для беременных женщин и кормящих матерей.
5. Продукты лечебного питания. В эту группу входят продукты: витаминизированные, с низким содержанием жира (снижение жира на 33%), низкокалорийные (менее 168 кДж/100 г), с повышенным содержанием пищевых волокон, с пониженным количеством сахара, холестерина, хлористого натрия и других веществ.

Продукты питания поставляют организму весь строительный материал (пищевые вещества), расходуемый на рост и обновление тканей. Они являются источниками энергии, затрачиваемой на выполнение разнообразных функций. Продукты питания доставляют в организм резервные материалы, регуляторы жизненных функций, витамины, минеральные вещества.

Суточная потребность в отдельных пищевых веществах, г/сутки, составляет: вода - 1750-2200 г., в том числе питьевая 800-1000г.;

-углеводы – 400-500 г., из них моно и дисахариды 50-100 г

-белки – 80-100 г., в том числе животные 50 г.;

-органические кислоты – 2 г.;

-жиры – 80-100 г., из них растительные 20-25 г. и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) 2-6 г.;

-минеральные вещества около 20 г.;

-витамины около 2 г.

Таким образом, в сутки человеку необходимо потребить такое количество пищи, которое содержало бы вышеуказанное количество основных пищевых веществ. Однако важно не только получить необходимое количество пищи, но и необходимо, чтобы пищевые продукты и продукты питания являлись безопасными для организма человека.

Для того чтобы говорить о необходимом количестве потребляемых продуктов для обеспечения физиологических потребностей человека следует различать такие понятия как «пищевой продукт» и «продукт питания». Пищевые продукты - это все продукты, которые используются на пищевые цели. Так безалкогольные напитки, различные приправы (перец и т.д.), чай, кофе относятся к пищевым продуктам, но продуктами питания не являются.

На основании норм потребности человека в основных пищевых веществах и данных о химическом составе пищевых продуктов можно рассчитать пищевую ценность продукта, а также составить индивидуальный рацион питания.

Под пищевой физиологической ценностью продукта питания понимают сбалансированное содержание в пищевом продукте усвояемых незаменимых веществ: незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ, ненасыщенных жирных кислот. Понятие пищевой ценности включает также оптимальное соотношение в пищевых продуктах белков, жиров, углеводов, которое составляет **1 : 1,2 : 4** или **85 : 102 : 360** граммов. При расчете пищевой ценности продукта определяется процентное содержание в продукте пищевых веществ: минеральных веществ (кальция, магния и т.д.), витаминов (тиамина, аскорбиновой кислоты и т.д.), от оптимального суточного потребления этого вещества. По полученным результатам делается вывод о полноценности или неполноценности продукта питания по его составу.

Биологическая ценность – определяет полноценность компонентов, входящих в состав продукта, а именно: полноценность белка, содержание ненасыщенных жирных кислот в жирах, содержание витаминов и минеральных веществ.

Энергия, которая освобождается из пищевых веществ в процессе биологического окисления используется для обеспечения физиологических функций организма, определяет *энергетическую ценность пищевого продукта*.

Энергетическую ценность продуктов питания принято выражать в килокалориях, расчет ведут на 100 г продукта. При необходимости пересчета в системе СИ используют переводной коэффициент 1 ккал = 4,184 кДж. Коэффициенты пересчета энергетической ценности важнейших составных частей сырья и пищевых продуктов составляют:

- Белки - 4 ккал;
- Углеводы - 4 ккал; сумма моно – и дисахаридов – 3,8 ккал;
- Жиры – 9 ккал;
- Органические кислоты – 3 ккал;
- Спирт этиловый - 7 ккал.

Для расчета пищевой и энергетической ценности продуктов необходимо знать химический состав продуктов. Эти сведения можно найти в специальных справочниках (справочник Скурихина).

По уровню энергетической ценности (калорийности) пищевые продукты делятся на четыре группы:

- Особо высокоэнергетичные (шоколад, жиры) 400 - 900 ккал
- Высокоэнергетичные (сахар, крупа) 250 - 400 ккал
- среднеэнергетичные (хлеб, мясо) 100 – 250 ккал
- Низкоэнергетичные (молоко, рыба, овощи, фрукты) до 100 ккал.

На выполнение всех функций организма человек затрачивает ежедневно 2200-2400 ккал для женщин и 2550-2800 ккал для мужчин. При повышенных физических нагрузках затраты энергии возрастают до 3500 – 4000 ккал.

Усвояемость пищевых веществ зависит от их способности всасываться из желудочно-кишечного тракта. Количественную способность к всасыванию (коэффициент усвояемости) выражают в процентах к общему содержанию данного пищевого вещества в продукте или рационе. Коэффициенты усвояемости пищевых веществ зависят от особенностей входящих в рацион продуктов, способов их кулинарной обработки, состояния органов пищеварения. При смешанном (состоящем из животных и растительных продуктов) питании коэффициент усвояемости белков составляет в среднем 84,5%, жиров — 94%, углеводов (сумма усвояемых и неусвояемых углеводов) — 95,6 %. Эти коэффициенты используют при расчетах питательной ценности отдельных блюд и всего рациона.

Решение типовых задач

Пример 1. Рассчитать величину основного обмена и энерготраты у водителя городского автобуса – мужчины 40 лет с массой тела 70 кг.

Решение. Основной обмен – минимальное количество энергии, необходимое для поддержания жизнедеятельности – работы сердца, мозга, печени, легких, обеспечивающей потребности клеточного метаболизма. Одними из факторов, определяющих величину основного обмена у людей, являются пол, масса тела, возраст, рост. Исходя из этих данных, можно рассчитать величину основного обмена по специальным таблицам (*приложение 1*).

1. По таблице приложения 1, исходя из условий задачи, определяем величину основного обмена – ВОО:

$$\text{ВОО} = 65 \text{ ккал/час (1550:24)}.$$

2. В таблицу 1 заносим данные для расчета энерготрат водителя (примерные): время, затрачиваемое на типичные для данной профессии виды деятельности, коэффициент физической активности - КФА (*приложение 2*) и рассчитываем ВОО:

Таблица 1 – Расчёт энерготрат

Вид деятельности	Время, час	КФА	ВОО энерготрат, ккал/сутки	
Сон и отдых в постели	8	1,0	$65,0 \cdot 8 \cdot 1 =$	520
Профессиональная активность	6	3,23	$65,0 \cdot 6 \cdot 3,23 =$	1260
Самостоятельная активность: дорога на работу и домой, работа по хозяйству, активный отдых,	2	3,0	$65,0 \cdot 2 \cdot 3,0 =$	390
пассивный отдых, чтение	8	1,5	$65,0 \cdot 8 \cdot 1,5 =$	780
Всего	24			2950

Пример 1: Необходимо рассчитать калорийность 130 граммов молочных сосисок, если известно, что 100 грамм продукта содержит: белков – 11,0 г; жиров – 23,9 г; углеводов – 1,6 г; органических кислот – нет.

Решение: 1. В 130 граммах молочных сосисок содержится:

Белки: $11,0 \cdot 1,3 = 4,3$ г;

Жиры: $23,9 \cdot 1,3 = 31,07$ г;

Углеводы: $1,6 \cdot 1,3 = 2,08$ г.

1. Зная коэффициент калорийности 1грамма белков, жиров и углеводов, рассчитываем энергетическую ценность 130 граммов молочных сосисок:

Белков: $4,0$ ккал $\cdot 14,3 = 57,2$ ккал;

Жиров : $9,0$ ккал $\cdot 31,07 = 279,63$ ккал;

Углеводов: $3,75$ ккал $\cdot 2,08 = 7,8$ ккал

2. Следовательно, энергетическая ценность 130 грамм молочных сосисок будет равна:

$$\text{ЭЦ} = 57,2 + 279,63 + 7,8 = 344,63 \text{ ккал}$$

Данный пример показывает, как можно рассчитать калорийность всего дневного рациона или продукта, если *известен его химический состав*.

Пример 2. Определить энергетическую ценность готового к употреблению блюда – отварная курица, 140 г - с учётом потерь при тепловой обработке.

Решение. Для ответа на этот вопрос необходима следующая информация:

1. Перечень всех продуктов входящих в состав рецептуры

2. Количество продуктов в граммах, при этом используем вес продукта в нетто.

Расчет пищевой и энергетической ценности проводится с помощью справочника : Химический состав Российских продуктов питания: Справочник /Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина, академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

Здесь необходимо заметить, что в таблицах не указаны потери при тепловой обработке продуктов. Для решения этой проблемы необходимо использовать таблицу 4 данного справочника.

Продукт: отварная курица 140 г. В 100 граммах курицы содержится: белки – 18,2 г; жиры – 18,4 г; углеводы – 0,7 г.

В 140 г курицы:

Белка: $18,2 \cdot 1,4 = 25,48$ г;

Жиров: $18,4 \cdot 1,4 = 25,76$ г;

Углеводов: $0,7 \cdot 1,4 = 0,98$ г.

Зная калорийность 1 грамма белков, жиров и углеводов рассчитываем энергетическую ценность:

Белки: $4,0 \text{ ккал} \cdot 25,48 = 101,92$ ккал

Жиры: $9,0 \text{ ккал} \cdot 25,76 = 231,84$ ккал

Углеводы: $3,75 \cdot 0,98 = 3,68$ ккал

Теоретическая энергетическая ценность 140 грамм курицы равна:

$$\text{ЭЦ}_т = 101,92 + 231,84 + 3,68 = 337,44 \text{ ккал}$$

Далее суммируя коэффициент усвояемости и потери продуктов при варке, рассчитываем фактическую энергетическую ценность отварной курицы:

Белки: $101,92 \text{ ккал} \cdot (100-4-8)/100 = 89,69$ ккал

Жиры: $231,84 \text{ ккал} \cdot (100-5-25)/100 = 162,29$ ккал

Углеводы: $3,68 \cdot (100-2)/100 = 3,61$ ккал

Фактическая энергетическая ценность 140 грамм отварной курицы равна:

$$\text{ЭЦ}_ф = 89,69 + 162,29 + 3,61 = 255,59 \text{ ккал.}$$

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Цели и задачи дисциплины «Химия пищевых продуктов».
2. Важнейшие нарушения пищевого статуса населения России.
3. Приведите классификацию современных продуктов питания.
4. Химический состав пищевых продуктов: алиментарные, неалиментарные, антипитательные, чужеродные вещества.
5. Биологическая ценность пищевого продукта.
6. Энергетическая ценность пищевых продуктов. Расчет энергетической ценности продукта.
7. Понятие безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов
8. Составьте среднесуточный рацион для покрытия энергетических затрат и обеспечения жизнедеятельности для студенческой группы.
9. Рассчитайте собственную величину основного обмена.
10. В 450 г земляных орехов содержится 214 г углеводов, 146 г жиров и 79 г белков. Вычислите калорийность орехов в расчете на килограмм. Какое количество земляного ореха потребовалось бы ежедневно человеку с суточной потребностью в энергии в 2600 ккал, если бы он питался только ими.
11. С учетом индивидуальных показателей массы и роста рассчитайте собственные энерготраты, ккал/сутки.
12. Какое количество работы совершает человек весом 75 кг, взбираясь на памятник Вашингтону высотой 555 футов (1 фут = 0,3048 м)? Сколько килокалорий необходимо для этого получить с пищей, если принять, что в

- механическую работу мышц может быть превращено 25% энергии, выделяющейся при окислении пищи в организме?
13. В стакане молока с низкой жирностью емкостью 0,24 л содержится приблизительно 8 г белков, 12 г углеводов и 4 г жиров. Вычислите приблизительную калорийность стакана такого молока в килоджоулях и килокалориях.
14. 200 г овсяной каши содержит 42 г белков, 134 г углеводов и 7 г жиров. Какова калорийность этого количества каши в килоджоулях и килокалориях?
15. Определить энергетическую ценность готового к употреблению блюда – говядина отварная, 130 г - с учётом потерь при тепловой обработке.

ТЕМА. 2. БЕЛКИ И ПЕПТИДЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ИХ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКАХ

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Белки в питании человека. Физиологические функции белков: пластическая, каталитическая, защитная, сигнальная, двигательная, транспортная, регуляторная, энергетическая. Физиологические нормы потребления белков. Химия белковых веществ. Классификация белков по различным критериям. Виды химических связей в белковой молекуле. Протеины и протеиды; виды протеидов. Аминокислоты и их некоторые функции в организме. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Закон Либиха. Биологическая ценность белков – аминокислотный скор. Соотношение незаменимых аминокислот в некоторых белковых продуктах. Функциональные свойства белков: растворимость, водосвязывающая и жиросвязывающая, жирозэмульгирующая и пенообразующая способности белковых веществ. Превращения белков при производстве продуктов питания. Денатурация белка. Гидролиз полипептидов. Реакция меланоидинообразования. Белки пищевого сырья: белки мяса, молока, белки злаков и другие растительные белки.

Теоретическая часть

Белковыми веществами называются высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, молекулы которых состоят из остатков 20 различных α -аминокислот, соединенных пептидной связью (-CO – NH -), которая образуется за счет карбоксильной группы первой аминокислоты и α -аминогруппы второй аминокислоты. В своем составе белки содержат следующие элементы-органогены: углерод (C) – 51-55%, кислород (O₂) – 21.5-23.5%, водород (H) – 6.5-6.7%, азот (N) – 15.0-18.6% и сера (S) – 0.3-2.5%.

В природе существует примерно от 10^{10} до 10^{12} различных белков, составляющих основу $1,2 \cdot 10^6$ видов живых организмов, начиная от вирусов и заканчивая человеком. Огромное разнообразие белков обусловлено способ-

ностью 20 протеиногенных α -аминокислот взаимодействовать друг с другом с образованием полимерных молекул с молекулярной массой от 5 тыс. до 1 млн. (и более) дальтон.

Основная функция белка в организме – пластическая. Белок входит в состав всех клеток и тканей. Недостаток его в питании, особенно в детском и юношеском возрасте, приводит к выраженной задержке не только в физическом, но и психическом развитии.

Помимо пластической наиболее важными функциями белков являются: - структурная функция (соединительные ткани, мышцы, волосы и т.д.); каталитическая функция (белки входят в состав ферментов); транспортная функция (перенос кислорода гемоглобином крови); защитная функция (антитела, фибриноген крови), сократительная функция (миозин мышечной ткани); гормональная (гормоны человека); резервная (ферритин селезенки). Резервная или питательная функция белков заключается в том, что белки используются организмом человека для синтеза белков и биологически активных соединений на основе белка, которые регулируют процессы обмена в организме человека.

Многообразные функции белка в организме требуют его постоянного поступления в достаточном количестве с пищей. Это обусловлено тем, что белок невозможно заменить, например, жирами и углеводами, хотя он сам участвует в образовании в организме этих нутриентов и в определенной степени может возместить их дефицит. Кроме того, в отличие от жиров и углеводов в организме человека нет резервных белковых запасов, и при недостатке белка в рационе начинают использоваться белки составных частей организма, сначала менее ценные лабильные белки, а затем структурные белки жизненно важных органов. Последнее ведет к неминуемой гибели организма.

Постоянный обмен и обновление осуществляется между тканевыми белками и фондом свободных аминокислот, образующихся в процессе переваривания пищи и поступающих в кровь. Белки в организме человека обновляются постоянно независимо от его возраста.

В состав используемых человеком пищевых продуктов входят 20 аминокислот, из разнообразных сочетаний которых складывается огромное количество пищевых белков, в процессе пищеварения преобразующихся в многочисленные белковые структуры органов и тканей человеческого организма. Восемь из этих двадцати аминокислот в организме человека синтезироваться не могут и должны обязательно поступать с пищей.

К этим аминокислотам, называемым незаменимыми, относятся: *лейцин, изолейцин, валин, лизин, фенилаланин, триптофан, метионин, треонин*. Для детей раннего возраста незаменимыми являются также аргинин и гистидин. Все остальные аминокислоты, так называемые заменимые, при отсутствии их в пище могут синтезироваться в организме, однако для этого используется азот незаменимых аминокислот, поступающих с пищей. Поэтому при анализе пищевой ценности белков различных продуктов питания в первую очередь

обращается внимание на сбалансированность их аминокислотного состава и особенно незаменимых аминокислот.

В то же время питание одними незаменимыми аминокислотами, как показано экспериментальными исследованиями, отрицательно сказывается на росте и развитии организма человека. Свыше 2/3 всего количества пищевого белка, потребляемого населением земного шара, – это растительный белок зерновых (в первую очередь пшеницы, риса и кукурузы) и бобовых культур. На долю животного белка остается вдвое меньшее количество.

Однако по пищевой ценности многие растительные белки значительно уступают животным и прежде всего по составу незаменимых аминокислот. Это заставляет обратить особое внимание на те сельскохозяйственные культуры, белки которых обладают хорошей усвояемостью и по своему химическому составу наиболее полноценны. К ним относятся рожь, рис, овес, гречиха, картофель. Удовлетворяют этим требованиям и белки семян некоторых масличных и бобовых растений (подсолнечника, хлопка, сои), которые еще в недостаточной степени используются в целях питания. Путем тщательной селекции этих сельскохозяйственных культур, выведения сортов с наилучшим аминокислотным составом, усовершенствования технологии их промышленной переработки можно значительно повысить биологическую ценность растительного белка.

Большое количество белка содержится в продуктах животного происхождения (мясо – 14-22%). Аминокислотный состав животных белков наиболее близок к составу белков человека. Животные белки, в основном, являются полноценными, тогда как растительные белки в большинстве своем неполноценны. Пищевую ценность белков так же определяют степень их усвоения. Так животные белки характеризуются большей усвояемостью (90%), чем растительные (60-80%). В порядке убывания скорости усвоения белков в желудочно-кишечном тракте человека продукты располагаются следующим образом: рыба > молочные продукты > мясо > хлеб > крупы.

Из растительного сырья высоким содержанием белка характеризуются зерновые (пшеница – 10,6%, крупа гречневая – 12,3%) и бобовые (горох – 20,5%, фасоль – 21%), в остальных растительных продуктах содержание белка незначительно (капуста – 1,8%, яблоки – 0,4%).

Виды классификации белков:

- 1. Классификация по строению пептидной цепочки: различают*
 - спиралевидную форму в виде α - спирали и складчатую структуру в виде β - спирали.
- 2. Классификация по ориентации белковой молекулы в пространстве:*
 - Первичная структура представляет собой соединение аминокислот в простейшую линейную цепь за счет только пептидных связей. –
 - Вторичная структура представляет собой пространственное расположение полипептидной цепи в виде α - спирали или β - складчатой структуры. Структура удерживается за счет возникновения водородных связей между соседними пептидными связями.

- Третичная структура представляет собой специфическое укладывание α -спирали в виде глобул. Структура удерживается за счет возникновения связей между боковыми радикалами аминокислот.

- Четвертичная структура представляет собой соединение нескольких глобул, находящихся в состоянии третичной структуры, в одну укрупненную структуру, обладающую новыми свойствами, не характерными для отдельных глобул. Глобулы удерживаются за счет возникновения водородных связей. В создании вторичной, третичной и четвертичной структур участвуют водородные, ионные и гидрофобные связи. Солевые связи возникают между основными и кислотными группами белка. Гидрофобное взаимодействие возникает между неполярными участками белковой молекулы.

3. Классификация по степени растворимости белка.

- водорастворимые белки имеют небольшую молекулярную массу, их представляют альбумины яйца.

- солерастворимые белки растворяются в 10 % растворе хлорида натрия, их представляют глобулины: белок молока - казеин, белок крови - глобулин.

- щелочерастворимые белки растворяются в 0,2 % растворе гидроксида натрия, их представляют глютелины: белок клейковины пшеницы.

- спирторастворимые белки растворяются в 60-80 % спирте, их представляют проламины: белки злаковых культур.

4. Классификация по строению белка. Белки по строению белковой молекулы разделяются на простые или *протеины* и сложные или *протеиды*. В состав простых белков входят только аминокислоты, в состав сложных белков входят аминокислоты (апобелок) и вещества небелковой природы (простетическая группа), которая включает: фосфорную кислоту, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты и т.д. Протеиды подразделяются на подгруппы в зависимости от состава небелковой части:

- Липопротеиды состоят из белка и остатков липидов, они входят в состав клеточных мембран, в протоплазму клеток.

- Гликопротеиды состоят из белка и высокомолекулярных углеводов, входят в состав яичного белка.

- Хромопротеиды состоят из белка и красящих веществ - пигментов, имеющих в своем составе металлы, например гемоглобин содержит железо.

- Нуклеопротеиды состоят из белка и нуклеиновых кислот, входят в состав протоплазмы клеток и в ядро клетки.

- Фосфопротеиды состоят из белка и фосфорной кислоты, входят в состав клетки.

Белки и белковые концентраты находят широкое применение в производстве пищевых продуктов благодаря присущим им уникальным функциональным свойствам, под которыми понимают физико-химические характеристики, определяющие поведение белков при переработке в пищевые продукты и обеспечивающие определенную структуру, технологические и потребительские свойства готового продукта. К наиболее важным функциональным свойствам белков относятся *растворимость, водосвязывающая и жиросвя-*

звывающая способность, способность стабилизировать дисперсные системы (эмульсии, пены, суспензии), образовывать гели. Растворимость – способность белка переходить в растворенное состояние. Это свойство является основным, так как определяет остальные технологические свойства. Растворимость зависит от таких факторов как (рН, температура, ионная сила раствора).

Водосвязывающая способность характеризуется адсорбцией воды при участии гидрофильных остатков аминокислот. Водосвязывающая способность зависит от аминокислотного состава и структуры белка, от рН, температуры и других факторов, жиросвязывающая – адсорбцией жира за счёт гидрофобных остатков. В среднем на 1 г белка может связывать и удерживать на своей поверхности 2÷4 г воды или жира.

Жироэмульгирующая и пенообразующая способность белков широко используются при получении жировых эмульсий и пен, то есть гетерогенных систем вода-масло, вода-газ. Благодаря наличию в белковых молекулах гидрофильных и гидрофобных зон они взаимодействуют не только с водой, но и с маслом и воздухом и, выступая в качестве оболочки на границе раздела двух сред, способствуют их распределению друг в друге, то есть созданию устойчивых систем.

Гелеобразующие свойства – характеризуются способностью коллоидного раствора из свободно диспергируемого состояния переходить в связанно-дисперсное с образованием пространственных структур – гелей. Упругие свойства геля зависят концентрации белка, рН, присутствия других белков, солей и полисахаридов. Вязко-эластично-упругие свойства белков зависят от их природы (глобулярные или фибриллярные), а также наличия функциональных групп, которыми белковые молекулы связываются между собой или с растворителем.

Превращения белков при производстве продуктов питания. Белки находят применение в производстве пищевых продуктов не только как питательные ингредиенты, они обладают специфическими свойствами – функциональными свойствами, которые обеспечивают структуру, влияют на технологию производства пищевого продукта.

Денатурация белков – сложный процесс, при котором под влиянием внешних факторов (температуры, механического воздействия, действия химических агентов и ряда других факторов) происходит изменение вторичной, третичной и четвертичной структуры белковой макромолекулы, т. е. ее нативной пространственной структуры. Первичная структура, а следовательно, и химический состав белка не меняются. При денатурации изменяются физические свойства белка, снижается растворимость, способность к гидратации, теряется его биологическая активность. Степень денатурации белка зависит от интенсивности воздействия на него различных факторов: чем интенсивнее воздействие, тем глубже денатурация. При слабом воздействии происходит разворачивание третичной структуры, при более сильном – нарушается вторичная структура белка и макромолекула остается в форме своей

первичной структуры (полипептидной цепи). В пищевой технологии особое практическое значение имеет тепловая денатурация белков.

Набухание белков и крахмала в водной среде сопровождается поглощением воды. Различают две формы существования воды в набухших полимерах: связанную или гидратационную и свободную или капиллярную. Связанная вода имеет ограниченную подвижность, что объясняет полутвердый характер пищевых студней. Свободная и связанная вода имеет большое значение при выпечке хлеба и технологической обработке мясных изделий. Скорость набухания зависит от температуры. С повышением температуры увеличивается скорость диффузии, а, следовательно, и скорость набухания. Скорость набухания увеличивается также и с увеличением степени измельченности полимера, так как это вызывает увеличение поверхности соприкосновения набухающего вещества с растворителем, а, следовательно, и возможность проникновения молекул жидкости в полимеры. Скорость и степень набухания белков зависят от рН среды. Набухание белка происходит при $\text{pH} < 7$, т. е. в кислой среде. Эту зависимость к набуханию от величины рН используют в процессе приготовления некоторых пищевых продуктов, например, добавляют кислоту в слоеное тесто.

Пенообразование. Под этим процессом понимают способность белков образовывать высококонцентрированные системы жидкость-газ. Такие системы называют пенами. Устойчивость пены, в которой белок является пенообразователем, зависит не только от его природы, но и от концентрации, а также от температуры. Белки в качестве пенообразователей широко используются в кондитерской промышленности (пастила, суфле, зефир). Структуру пены имеет хлеб, и это влияет на его органолептические свойства.

Молекула белков под влиянием ряда факторов может разрушаться или вступать во взаимодействие с другими веществами с образованием новых продуктов. Для пищевой промышленности можно выделить два очень важных процесса: 1) гидролиз белков под действием ферментов; 2) взаимодействие аминокислот белков или аминокислот с карбонильными группами восстанавливающих сахаров (реакция меланоидинообразования). Под влиянием протеаз – ферментов, катализирующих гидролитическое расщепление белков, последние распадаются на более простые продукты (поли- и дипептиды) и в конечном итоге на аминокислоты. Потемнение продуктов при варке, сушке и т.д. чаще всего вызывается химическими реакциями, а именно при взаимодействии аминокислот с углеводами – реакция меланоидинообразования, в результате которых продукт приобретает темно-коричневую окраску.

В реакциях, в которых участвуют карбонильные группы редуцирующих сахаров и аминокислоты, пептиды и белки, различают две стадии: окислительно-восстановительное взаимодействие сахаров с аминокислотами, с образованием промежуточных соединений, не имеющих окраски; альдегидно-аминную полимеризацию промежуточных продуктов и альдегидную конденсацию с образованием окрашенных в коричневый цвет сложных соединений. Меланоидиновые реакции протекают и при комнатной температуре, но

более интенсивно только при большой концентрации сухих веществ. Так натуральное молоко для протекания реакции нужно кипятить, а в сухом или сгущенном виде сахароамминная реакция идет при комнатной температуре. При температуре выше 120°C в реакцию вовлекаются не только простые сахара, но и сахароза, мальтоза, декстрины. При запекании, жарении мясопродуктов на поверхности образуется корочка темно-коричневого цвета, в результате реакции меланоидинообразования. В этом случае пищевая ценность продуктов несколько снижается вследствие разрушения аминокислот.

Белки в продуктах питания. Биологическая ценность белков определяется сбалансированностью аминокислотного состава и рассчитывается по аминокислотному скору (АС). Аминокислотный скор выражается в процентах, представляющих отношение содержания незаменимой аминокислоты в исследуемом белке продукта к ее количеству в эталонном белке. Аминокислотный состав эталонного белка сбалансирован и идеально соответствует потребностям человека в каждой незаменимой аминокислоте. Аминокислота, скор которой имеет самое низкое значение, называется первой лимитирующей аминокислотой. Например, в белке пшеницы лимитирующей является аминокислота лизин, в кукурузе – метионин, в картофеле и бобовых культурах лимитирующими являются метионин и цистин – это серосодержащие аминокислоты.

Животные и растительные белки отличаются по биологической ценности. Аминокислотный состав животных белков близок к аминокислотному составу белков человека, поэтому животные белки являются полноценными. Белки растительные содержат пониженное содержание лизина, триптофана, треонина, метионина, цистина. Биологическая ценность белков определяется степенью их усвоения в организме человека. Животные белки имеют более высокую степень усвояемости, чем растительные. Из животных белков в кишечнике всасывается 90 % аминокислот, а из растительных 60 - 80 %. В порядке убывания скорости усвоения белков продукты располагаются в последовательности: рыба > молочные продукты > мясо > хлеб > крупы

Одной из причин низкой усвояемости растительных белков является их взаимодействие с полисахаридами, которые затрудняют доступ пищеварительных ферментов к полипептидам. При недостатке в пище углеводов и липидов требования к белку несколько изменяются. Наряду с биологической ролью белок начинает выполнять энергетическую функцию. При усвоении 1 грамма белка выделяется 4 ккал энергии. При избыточном потреблении белка возникает опасность синтеза липидов и ожирения организма.

Решение типовых задач

Пример 1. Рассчитать скор по незаменимым аминокислотам для хлеба пшеничного из муки высшего сорта.

Решение. Находим в таблицах химического состава (*приложение 4*), содержание незаменимых аминокислот в хлебе. Так, содержание лизина в хлебе из

пшеничной муки высшего сорта составляет 189 мг на 100 г продукта. Для расчета аминокислотного сора необходимо рассчитать эту величину в г на 100 г белка.

В хлебе содержится 7,59 г белка. Следовательно:

$$\begin{array}{r} 7,59 \text{ г белка содержат } 0,189 \text{ г лизина} \\ 100 \text{ г} \quad - \quad \text{х г} \end{array}$$

Отсюда $X = \frac{100 \cdot 0,189}{7,59} = 2,49 \text{ г}$

Сравниваем полученное значение с содержанием лизина в эталонном белке по шкале ФАО/ВОЗ. В 100г такого белка содержится следующее количество незаменимых аминокислот (г):

Изолейцин	4
Лейцин	7
Лизин	5,5
Метионин+цистин	3,5
Фенилаланин+тирозин	6
Треонин	4
Триптофан	1
Валин	5

$$AC = \frac{2,49}{5,5} = 0,45$$

Таким образом, лизин является лимитирующей аминокислотой для хлеба пшеничной муки высшего сорта, так как скор по данной аминокислоте меньше единицы. Аналогично производится расчет по всем незаменимым аминокислотам.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Белки. Химическая и пространственная структура. Биологические функции.
2. Физико-химические свойства белков, превращение их в технологических процессах.
3. Функционально-технологические свойства белков при производстве пищевых продуктов.
4. Роль белков в питании человека. Критерии оценки пищевой и биологической ценности белков.
5. Комбинированные белковые продукты, их аналоги.

6. Сравнительная характеристика мясных белков: говядины, свинины, баранины, птицы.
7. Рассчитайте скор по незаменимым аминокислотам для хлеба пшеничного из муки высшего сорта.
8. Определите и сравните биологическую ценность белков двух пищевых продуктов (продукт растительного и животного происхождения).
9. Влияние технологической обработки на биологическую ценность белков.
10. Белки картофеля, их пищевая ценность и биологическая ценность. Особенности аминокислотного состава белков картофеля
11. Белки мяса – показатели качества животного белка
12. Особенности аминокислотного состава казеина – белка молока.
13. Белки злаков.
14. Белки масличных культур: подсолнечника, рапса, хлопчатника, арахиса.
15. Белки бобовых культур.
16. Новые формы белковой пищи. Проблема обогащения белков лимитирующими аминокислотами.

ТЕМА 3. ЖИРЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ИХ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКАХ

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Липиды. Классификация по различным критериям. Роль липидов в организме. Строение и состав пищевых липидов. Физиологически важные насыщенные, моно- и полиненасыщенные жирные кислоты. Воски, гликолипиды и фосфолипиды. Липиды в продуктах питания. Физические и химические свойства липидов. Физико-химические показатели липидов: плотность, коэффициент преломления, температура плавления жиров, точка дымления жиров, вязкость жиров, кислотное число, число омыления, йодное число, перекисное число. Пищевая ценность липидов. Превращения липидов в технологических потоках при производстве продуктов питания. Гидролиз липидов, омыление. Гидрирование и переэтерификация липидов. Температурные химические превращения липидов: образование акролеина и акриламида. Окислительная порча (прогоркание) жиров. Цис- и трансизомеры жиров.

Теоретическая часть

Роль липидов в организме. Строение и состав пищевых липидов. Липидами называют сложную смесь органических соединений с близкими физико-химическими свойствами, которые содержатся в растениях, живот-

ных и микроорганизмах. Их общими признаками являются нерастворимость в воде (гидрофобность) и хорошая растворимость в органических растворителях (бензине, диэтиловом эфире).

По своим функциям, которые выполняют липиды в организме, их делят на две группы: *запасные и структурные*. Запасные липиды, в основном ацилглицерины, обладают высокой калорийностью, являются энергетическим резервом организма и используются им при недостатке питания и заболеваниях. Следовательно, запасные липиды являются защитными веществами, помогающими организму переносить неблагоприятное воздействие внешней среды. Большая часть растений (до 90 %) содержит запасные липиды в семенах. Воски, которые выполняют защитные функции, могут быть условно отнесены к защитным липидам.

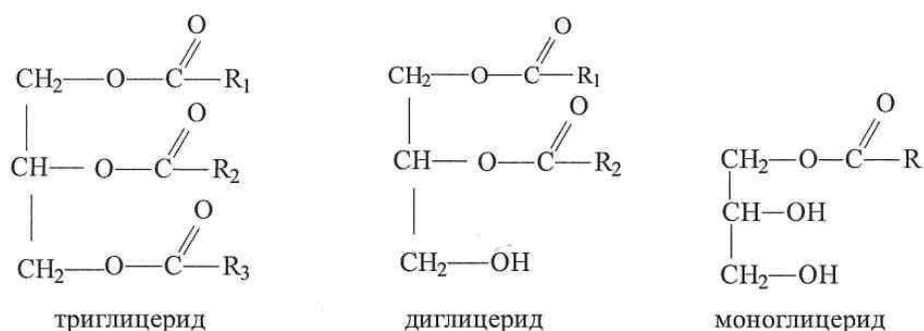
Структурные липиды (в первую очередь фосфолипиды) образуют сложные комплексы с белками (липопротеиды), углеводами, из которых построены мембраны клеток и клеточных структур, они участвуют в разнообразных и сложных процессах, протекающих в клетках. По массе структурные липиды составляют значительно меньшую группу липидов. Это трудно извлекаемые «связанные» и «прочно связанные» липиды. Для извлечения липидов необходимо предварительно разрушить их связь с белками, углеводами и другими компонентами клетки. Связанные липиды выделяются гидрофильными полярными растворителями, которые разрушают некоторые белково-липидные, гликолипидные соединения.

Прочносвязанные липиды извлекаются после обработки липидсодержащего материала спиртовым раствором щелочи при кипячении для разрушения прочных комплексов липидов с нелипидными компонентами. При этом может происходить гидролиз отдельных групп липидов и омыление жирных кислот щелочью. Вместе с белками и углеводами они составляют основную массу органических веществ всех живых организмов, являясь обязательным компонентом каждой клетки. В растениях они накапливаются в семенах и плодах.

По химическому строению липиды являются производными жирных кислот, спиртов, альдегидов, построенных с помощью сложноэфирной, простой эфирной, ортофосфорной, гликозидной связей.

Липиды делят на две группы - простые и сложные. К простым липидам относят производные высших жирных кислот и спиртов. Наиболее распространенными являются ацилглицерины, воски, гликолипиды.

Ацилглицерины (глицерилы) – это сложные эфиры глицерина и высокомолекулярных кислот. Они составляют основную массу липидов (иногда до 95 %) и именно их называют маслами и жирами. Хорошо растворимы в органических растворителях и не растворимы в воде. В состав жиров входят в основном триацилглицерины (триглицериды), но присутствуют ди- и моноацилглицерины.



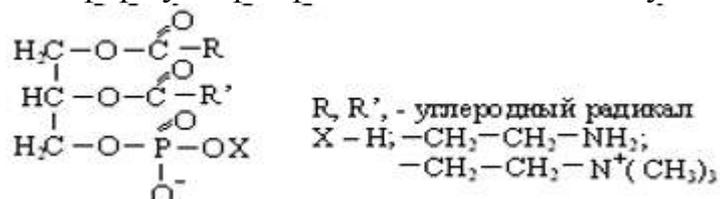
Одним из структурных компонентов всех ацилглицеринов является глицерин, поэтому свойства конкретных масел определяется составом жирных кислот, участвующих в построении их молекул и положением (1, 2, 3), которое занимают остатки (ацилы) этих кислот в молекулах ацилглицеринов. В жирах и маслах обнаружено до 300 карбоновых кислот различного строения, однако большинство из них присутствуют в небольшом количестве. Стеариновая и пальмитиновая кислоты входят в состав практически всех природных масел и жиров. В состав большинства наиболее распространенных масел входят ненасыщенные кислоты, содержащие 1-3 двойные связи: олеиновая, линолевая, линоленовая. Арахидоновая кислота, содержащая 4 двойные связи, присутствуют в жире животных.

В природных растительных триацилглицеринах положения 1 и 3 заняты остатками насыщенных кислот, 2 – ненасыщенной. Положение остатков жирных кислот в ацилглицеринах существенно влияет на их физико-химические свойства.

Гликолипидами называется большая группа по строению нейтральных липидов, в состав которых входят остатки моноз. Они выполняют структурные функции, участвуют в построении мембран, им принадлежит важная роль в формировании клейковинных белков пшеницы, определяющее хлебопекарное достоинство муки.

Чаще всего в построении молекул гликолипидов участвуют D-галактоза, D-глюкоза, D-манноза. Важными представителями сложных липидов являются фосфолипиды. Молекула их построена из остатков спиртов, высокомолекулярных жирных кислот, фосфорной кислоты, азотистых оснований и других соединений.

Общая формула фосфолипидов имеет следующий вид:



В молекуле фосфолипидов имеются заместители двух типов: гидрофильные и гидрофобные. В качестве гидрофильных (полярных) группировок выступают остатки фосфорной кислоты и азотистого основания («голова»), гидрофобных (неполярных) – углеводородные радикалы («хвосты»). Вместе с

белками и углеводами фосфолипиды участвуют в построении мембран (перегородок) клеток и субклеточных структур, выполняя роль несущих конструкций мембран.

Физические и химические свойства липидов Жиры характеризуются некоторыми общими физико-химическими показателями, к которым относятся плотность, температуры плавления и застывания, коэффициент преломления, вязкость, кислотное число, число омыления, йодное число и др. Сопоставление полученных при анализе физико-химических показателей позволяет установить природу, качество и степень свежести жира.

Кислотное число показывает, сколько миллиграммов едкого калия требуется для нейтрализации *свободных жирных кислот*, содержащихся в 1 г жира. Увеличение кислотного числа свидетельствует об увеличении количества свободных жирных кислот, которые накапливаются в жире при его гидролизе.

Число омыления характеризуется количеством миллиграммов едкого калия, необходимого для нейтрализации как свободных, так и связанных с глицерином жирных кислот, содержащихся в 1 г жира.

Йодное число показывает количество граммов йода, которое может быть связано 100 г жира. Йод может вступать в реакцию с *непредельными жирными кислотами*, присоединяясь к ним по месту двойных связей. Чем выше йодное число, тем жир легче окисляется и менее устойчив при хранении. По йодному числу можно также судить о свежести жира.

Перекисное число характеризует количество присутствующих в жире перекисей, а также степень свежести жиров, т.к. образовавшиеся органические перекиси являются первичным продуктом при прогоркании.

Ацетильное число указывает на количество в жире гидроксильных групп, оксикислот, моно- и диглицеридов, образующихся в процессе окисления и гидролиза жира, и говорит о его свежести.

Плотность жиров зависит от содержащихся в них ненасыщенных и низкомолекулярных насыщенных жирных кислот. С увеличением молекулярной массы плотность жирных кислот уменьшается, а с увеличением степени ненасыщенности - возрастает.

Жиры легче воды, плотность их составляет 0,91-0,97 кг/дм³.

Коэффициент преломления (рефракции) характеризует природу жира и возрастает при наличии оксигрупп, с увеличением молекулярной массы и количества непредельных жирных кислот.

Температура плавления жиров - температура, при которой жир из твердого состояния переходит в капельно-жидкое состояние, приобретает прозрачность. Она находится в обратной зависимости от содержания ненасыщенных и низкомолекулярных насыщенных жирных кислот. Температура плавления жиров всегда на несколько градусов выше температуры застывания.

Вязкость жиров характеризует содержание в жире продуктов полимеризации и возрастает по мере увеличения продолжительности нагревания жира.

Превращения липидов при производстве продуктов питания. В процессе хранения продуктов и переработки сырья жиры подвергаются следующим основным превращениям:

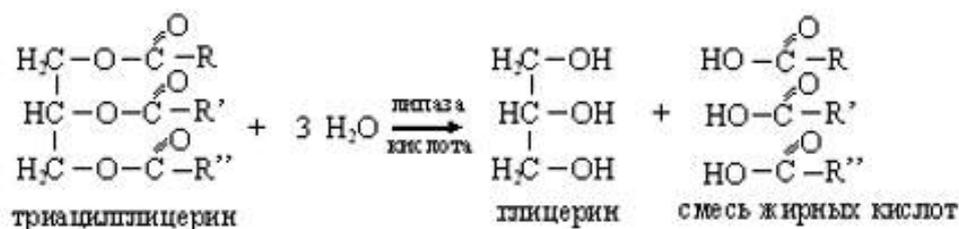
- *гидролиз* – распад липидов под действием кислот, щелочей и ферментов с образованием ди-, моноглицеридов и в конечном итоге жирных кислот и глицерина;

- *переэтерификация* – реакция обмена остатков жирных кислот в присутствии катализаторов;

- *окислительная порча* – образование перекисей под действием кислорода воздуха, света и т.д.

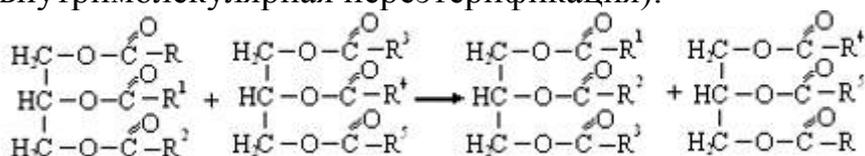
- *гидрирование* – присоединение водорода ненасыщенными жирными кислотами в молекулах ацилглицеринов.

Гидролиз ацилглицеринов. Под влиянием фермента липазы, кислот, щелочей триацилглицерины гидролизуются с образованием ди-, затем моноглицеридов и в конечном итоге – жирных кислот и глицерина:



Щелочной гидролиз ацилглицеринов получил название *омыление*, так как в результате его образуются соли жирных кислот – мыла. Гидролитический распад жиров, липидов зерна, муки, крупы и других жиросодержащих пищевых продуктов является одной из причин ухудшения качества, в конечном итоге, порчи. Особенно ускоряется этот процесс при повышении влажности хранящихся продуктов

Переэтерификация. Ацилглицерины в присутствии катализаторов способны к обмену остатков жирных кислот. Этот процесс получил переэтерификации. В результате переэтерификации меняется ацилглицериновый состав жира, следовательно, меняются и их физико-химические свойства. Обмен кислотных остатков может происходить между молекулами ацилглицеринов (межмолекулярная переэтерификация) и в пределах одной молекулы (внутримолекулярная переэтерификация):



Увеличение числа ацилглицериновых компонентов в жире приводит к снижению температуры плавления и твердости жира, повышению его пла-

стичности. Механизм переэтерификации заключается во взаимодействии карбонильной группы $>C=O$ сложного эфира со спиртовыми группами.

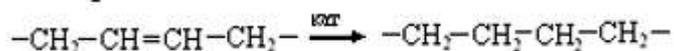
Переэтерификация высокоплавких животных и растительных жиров с жидкими растительными маслами позволяет получить пищевые пластичные жиры с высоким содержанием линолевой кислоты при отсутствии трансизомеров жирных кислот.

Переэтерифицированные готовые жиры, предназначенные в качестве компонентов маргариновой продукции, имеют следующие показатели: температура плавления $25-35^{\circ}C$, твердость при $(15^{\circ}C)$ $30-130$ г/м; массовая доля триглицеридов $6-20\%$ (при $20^{\circ}C$). Переэтерифицированные жиры специального назначения применяются в хлебопекарне, при производстве кондитерского жира, комбинированных жиров и т.д.

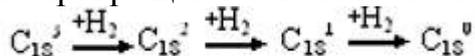
Гидрирование ацилглицеринов. Остатки ненасыщенных жирных кислот в молекулах ацилглицеринов присоединяют водород. Этот процесс получил название *гидрогенизации масел и жиров*. Одновременно с главным процессом – насыщением водородом двойных связей – происходят побочные процессы: миграция двойных связей в остатках жирных кислот вдоль углеродной цепи, частичная переэтерификация. Побочные явления оказывают существенное влияние на температуру плавления и твердость получаемых саломасов, а также приводят к появлению ряда нежелательных в питании веществ. Следовательно, гидрирование жиров – это совокупность ряда химических превращений, идущих с участием водорода и катализатора.

Основные из них:

1. Гидрирование двойных связей в остатках жирных кислот, входящих в молекулы ацилглицеринов:



идет ступенчато, т.е. более ненасыщенные остатки жирных кислот последовательно превращаются в менее ненасыщенные:



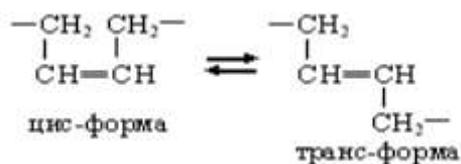
Избирательность гидрирования объясняется большей скоростью гидрирования более ненасыщенных жирных кислот. Природа катализатора и температура гидрирования существенно влияют на этот процесс.

2. Миграция двойных связей вдоль углеродной цепи, приводящая к образованию позиционных изомеров:



3. Изменение пространственной конфигурации остатков жирных кислот, входящих в состав ацилглицеринов. Миграция двойных связей вдоль углеродной цепи и изменение его пространственной конфигурации связано с особенностями механизма гидрирования линолевой кислоты – основного компонента растительных масел, поступающих на гидрогенизацию (соевое, подсолнечное).

В результате этих процессов до 60 % мононенасыщенных кислот в са-ломасах могут находиться в трансформе. С точки зрения науки о питании, появление в пищевых продуктах транс и позиционных изомеров нежелательно. Может происходить и частичная переэтерификация.



Окисление ацилглицеринов. Жиры и масла, содержащие радикалы ненасыщенных жирных кислот, окисляются кислородом воздуха. Начальными продуктами окисления являются разнообразные по строению *пероксиды и гидропероксиды*. Они получили название первичных продуктов окисления. В результате их сложных превращений образуются вторичные продукты окисления: жиры, альдегиды, кетоны. Именно вторичные продукты окисления, особенно карбонилсодержащие существа, вызывают появление неприятного привкуса, а входящие в их состав летучие соединения обуславливают в то же время и ухудшение запаха.

Образующиеся продукты могут менять физическое свойство жира, способствовать распаду витаминов, оказывать токсическое воздействие на организм человека и вызывать нежелательные процессы в пищеварительном тракте. Этот процесс получил название *автоокисления жиров*. В основе этого вида окисления лежат цепные радикальные процессы, в которых участвуют кислород воздуха и ненасыщенные жирные кислоты или их остатки, содержащиеся в молекулах ацилглицеринов.

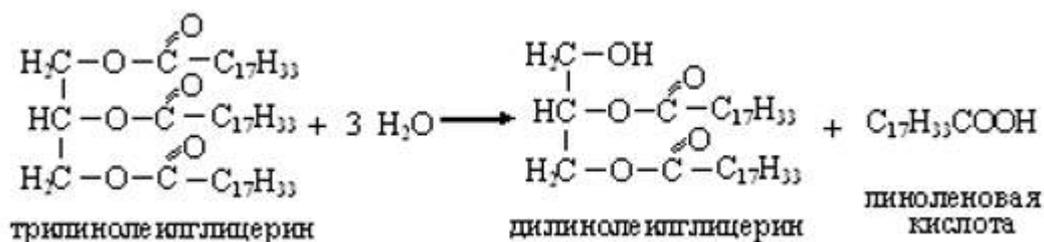
На автоокисление влияет состав окисляющего жира, наличие кислорода, воздействие энергии, веществ, ускоряющих процесс окисления (катализаторы) и его замедляющих (ингибиторы). Показано, что чем выше непредельность остатков жирных кислот, входящих в состав жира, тем больше скорость его окисления.

Скорость автоокисления жиров уменьшается при понижении содержания кислорода в окружающей среде. На этом основан способ хранения масел и жиров в среде с пониженным содержанием кислорода. Окисление жиров ускоряется с повышением температуры хранения и под воздействием световой энергии. Ионы металлов переменной валентности могут оказывать как каталитическое, так и ингибирующее действие на процесс окисления жиров.

Большое влияние на скорость окисления оказывают антиоксиданты (ингибиторы) – вещества, добавление которых приводит к обрыву цепей окисления.

Ферментативное окислительное прогоркание характерно для масличных семян, зерна, продуктов их переработки, а также для пищевых продуктов, на которых развивается нежелательная микрофлора. Оно протекает при участии ферментов, липазы и липоксигеназы.

Липаза осуществляет гидролиз триацилглицеринов; липоксигеназа катализирует образование гидропероксидов ненасыщенных жирных кислот. Ферментативное окисление начинается с гидролиза жира липазой.



Образовавшаяся в результате этого линоленовая кислота окисляется при участии липоксигеназы. Гидролиз образовавшегося 2,3-дидиолеилглицерина (2,3-дидиолеилглицерина) и окисления гидропероксидов может продолжаться и дальше. Образующиеся вторичные продукты окисления являются причиной ухудшения качества пищевого сырья.

Окисление липидов приводит не только к ухудшению качества пищевых продуктов и снижению их пищевой ценности, но и большим их потерям. При хранении растительные и животные жиры, жиродержащие продукты под влиянием света, влаги, ферментов приобретают неприятный вкус и запах. Некоторые из них обесцвечиваются. В них накапливаются вредные для организма человека продукты окисления. В результате снижается их пищевая и физиологическая ценность, при этом они могут оказаться непригодными для употребления (пищевая порча жиров).

Прогоркание жиров и жиродержащих продуктов - результат сложных и химических и биохимических процессов, протекающих в липидном комплексе.

Различаются *окислительное и гидролитическое* прогоркание. Каждый из них может быть разделен на *автокаталитическое и ферментативное прогоркание*.

При гидролитическом прогоркании происходит гидролиз жира с образованием свободных жирных кислот. Автокаталитический гидролиз протекает с участием растворенной в жире воды. Ферментативный гидролиз происходит при участии фермента липазы на поверхности соприкосновения жира и воды и возрастает при эмульгировании.

Необходимо отметить, что приобретение неприятного вкуса и запаха наблюдается при гидролизе жиров, содержащих низко- и среднемолекулярные кислоты, которые обладают неприятным запахом и вкусом. Окисление липидов приводит не только к ухудшению качества пищевых продуктов, снижению их пищевой ценности, но и к их большим потерям. Поэтому необходимо применять все меры по предотвращению или замедлению прогоркания жиров и жиродержащих пищевых продуктов.

Жиры и содержащие их пищевые продукты обладают неодинаковой устойчивостью при хранении. Наименее стойки при хранении сливочное масло, маргарин, куриный жир.

Липиды в продуктах питания Растительные жиры и масла являются обязательным компонентом пищи, источником энергетического и пластического материала для человека, поставщиком ряда необходимых для него веществ (непредельных жирных кислот, фосфолипидов, жирорастворимых витаминов, стероидов), то есть они являются незаменимыми факторами питания, определяющими его биологическую эффективность.

Рекомендуемое содержание жира в рационе человека (по калорийности) составляет 30–33%. Наиболее важные источники жиров в питании – растительные масла (в рафинированных маслах 99,7–99,8% жира), сливочное масло (61,5–82,5% липидов), маргарин (до 82,0% жира), комбинированные жиры (50–72% жира), кулинарные жиры (99% жира), молочные продукты (3,5–30% жира), некоторые виды кондитерских изделий – шоколад (35–40%), отдельные сорта конфет (до 35%), печенье (10–11%); крупы – гречневая (3,3%), овсяная (6,1%); продукты из свинины, колбасные изделия (10–23% жира).

В питании имеет значение не только количество, но и химический состав употребляемых жиров, особенно содержание полиненасыщенных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты линолевая и линоленовая не синтезируются в организме человека, арахидоновая – синтезируется из линолевой кислоты при участии витамина В₆. Поэтому они получили название «незаменимых» или «эссенциальных» кислот.

Эти кислоты участвуют в построении клеточных мембран, регулировании обмена веществ в клетках, кровяного давления, агрегации тромбоцитов, способствуют выведению из организма избыточного количества холестерина.

Среди продуктов питания наиболее богаты полиненасыщенными кислотами растительные масла, особенно кукурузное, подсолнечное, соевое. Арахидоновая кислота в растительных маслах практически отсутствует. В наибольшем количестве арахидоновая кислота содержится в яйцах – 0,5%, субпродуктах 0,2–0,3%.

Фосфолипиды участвуют в построении клеточных мембран, транспорте жиров в организме, способствуют лучшему усвоению жиров, препятствуют ожирению печени.

Суточная потребность в фосфолипидах составляет 5 – 10 г. При усвоении 1 грамма липида выделяется 9 ккал энергии. При избыточном потреблении жиров возникает опасность ожирения организма.

Растительные жиры являются источником поступления жирорастворимых витаминов Е и β-каротина, животные жиры – источник жирорастворимых витаминов А, D.

Решение типовых задач

Пример. Рассчитать коэффициент биологической эффективности липидов жировой ткани свинины. $F_{02} = 33,34$; $F_{01} = 10,41$; $F_{03} = 38,7$ в г на 100 г

липидов жировой ткани, общее содержание липидов в жировой ткани свинины составляет 91 г.

Решение. Биологическая эффективность – показатель качества жировых компонентов пищевых продуктов, отражающий содержание в них полиненасыщенных жирных кислот. Биологическая эффективность липидов, определяемая структурными характеристиками жирных кислот, а также их соотношением между собой и другими пищевыми компонентами, характеризуется как комплексный показатель, учитывающий их воздействие на организм человека.

Полиненасыщенные жирные кислоты являются эссенциальными и не могут синтезироваться в организме. Особое значение имеют полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая и арахидоновая), которые входят в состав клеточных мембран и других структурных элементов тканей и обеспечивают нормальный рост, обмен веществ и т.п.

Принято, что на 100 г липидов, необходимых в ежедневном рационе человеку:

на долю насыщенных жирных кислот (НЖК) F_{02} приходится	20 г
на долю полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) F_{01} -	6 г
на долю олеиновой кислоты F_{03} -	35 г

С целью использования этих данных для расчета биологической эффективности липидов различных продуктов питания введено понятие «идеальный» липид, представляющий собой гипотетический продукт, содержащий ПНЖК, НЖК и олеиновую кислоту в необходимой пропорции, коэффициент биологической эффективности которого равен 1.

1. Подобно химическому скору для белков, скор для липидов определяем как отношение количества конкретной фракции в исследуемом растворе образца к количеству этой же фракции в «идеальном» липиде (*приложение 5*). В таблицах содержание липидов приведено в г на 100 г продукта. Поэтому, необходимо сделать перерасчет в г на 100 г липидов:

F_{i1}	10,41г	91,0 г
x -	100г	x = 11,44г
F_{i2}	33,34г	- 91,0г
x -	100г	x = 33,67г
F_{i3}	38,7 г	- 91,0г
x -	100г	x = 42,53г

2. Рассчитаем скоры для фракций липидов:

$$C_{i1} = \frac{F_{i1}}{F_{o1}} = \frac{11,44}{6,0} = 1,907$$

$$C_{i2} = \frac{F_{i2}}{F_{o2}} = \frac{36,67}{20} = 1,834$$

$$C_{i3} = \frac{F_{i3}}{F_{o3}} = \frac{42,53}{35,0} = 1,216$$

3. В соответствии с положением об усвоении липидов по минимальному уровню любой из фракций, рассчитываем коэффициент биологической эффективности липидов жировой ткани свинины:

$$f_i = \frac{3C_{ik}}{\sum_{j=1}^3 C_{ij}} \quad k=1,3$$

Минимальный скор, исходя из расчетов, составил $C_{i3} = 1,216$ для фракции F_{i3} тогда :

$$f_3 = \frac{3C_{i3}}{C_{i1} + C_{i2} + C_{i3}} = \frac{3 \cdot 1,216}{4,957} = 0,735$$

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Липиды. Структура, физико-химические и функционально-технологические свойства растительных и животных жиров.
2. Физиологическая роль липидов.
3. Фосфолипиды. Роль для живых организмов.
4. Эссенциальные насыщенные жирные кислоты.
5. ω - 3 и ω - 6 полиненасыщенные жирные кислоты. Сырье и продукты питания, богатые ПНЖК.
6. Температура плавления и точка дымления жиров.
7. Влияние липидов на уровень стабильности продукции при хранении,
8. Классификация липидов. Примеры основных групп липидов.
9. Что понимают под биологической эффективностью жира?
10. Физические свойства и химические превращения ацилглицеринов. Реакции гидролиза, гидрогенизации и переэтерификации масел и жиров. Их роль в технологии.
11. Окисление жиров: понятие; механизм; факторы, влияющие на процесс.
12. Роль антиоксидантов при окислении жира.
13. Превращения фосфолипидов. Примеры. Роль фосфолипидов в технологии жиров, питания.
14. Пищевая ценность животных, рыбных жиров и растительных масел в сравнительном аспекте.
15. Пищевая ценность рафинированных и нерафинированных масел в сравнительном аспекте.
16. Рассчитайте коэффициент биологической эффективности липидов сливочного масла по следующим данным: общее содержание липидов – 82,5 %, содержание ПНЖК – 0,91%; МНЖК – 22,77%; НЖК – 50,25% (используйте приложение 5).
17. Специфические функции в организме сложных липидов.
18. Приведите определение биологической эффективности пищевых продуктов. Как влияет этот показатель жирнокислотный состав жира, входящего в продукт?

19. Методы выделения жиров из сырья и пищевых продуктов.
20. Стерины. Роль для жизнедеятельности организмов. Содержание в сыре.
21. Гидрирование жиров и масел. Получение спредов, твердых насыщенных жиров.

ТЕМА 4. УГЛЕВОДЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ИХ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКАХ

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Углеводы. Физиологическое значение углеводов. Функции углеводов. Классификация углеводов. Моносахариды, олигосахариды, полисахариды. Характеристика наиболее значимых углеводов. Быстрые и медленные углеводы. Гомополисахариды и гетерополисахариды. Слизи и камеди. Пектиновые вещества. Гликозиды. Пищевые волокна. Превращения углеводов при производстве продуктов питания: гидролиз, инверсия, окисление, брожение, карамелизация, меланоидинообразование. Углеводы в пищевых продуктах. Структурно - функциональные свойства углеводов при производстве продуктов питания.

Теоретическая часть

Углеводы – являются одной из важных распространенных групп природных органических соединений. Они составляют до 80 % массы сухого вещества растений и около 2 % сухого вещества животных организмов. Наряду с жирами и белковыми веществами углеводы являются основными компонентами пищи человека и животных.

В растениях углеводы накапливаются как основные питательные вещества (например, крахмал) или играют роль опорного материала (клетчатка). В растениях углеводы образуются из диоксида углерода и воды в процессе сложной реакции фотосинтеза. Животные организмы не способны синтезировать углеводы и получают их с различными пищевыми продуктами.

Роль углеводов в питании не ограничивается их значением только как источника энергии, поскольку они выполняют и ряд других важных функций. Углеводы и их производные входят в состав разнообразных соединительных тканей и жидкостей организма, тонизируют центральную нервную систему, регулируют накопление кетоновых тел при окислении жиров, способствуют выведению токсичных элементов из организма человека, стимулируют моторную функцию желудочно-кишечного тракта и выполняют некоторые специализированные функции.

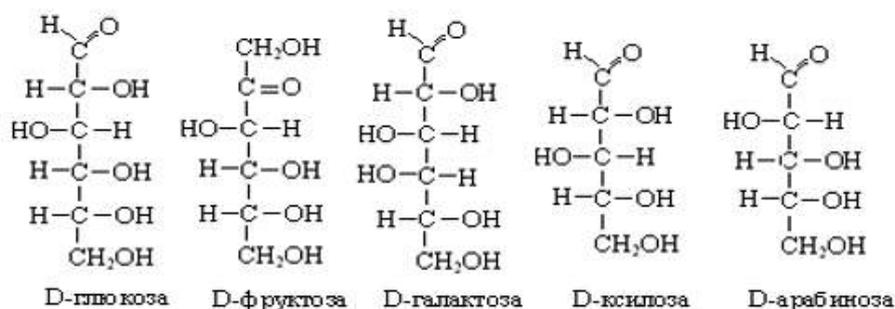
Все углеводы делят на две группы: *простые и сложные*. Простыми углеводами (моносахариды, монозы) называют углеводы, которые не способны гидролизаться с образованием более простых соединений. Обычно их со-

став отвечает формуле $C_nH_{2n}O_n$, т. е. число атомов углерода равно числу атомов кислорода. Сложные углеводы (полисахариды, полиозы) – углеводы, способные гидролизироваться на более простые. У них число атомов углерода не равно числу атомов кислорода.

Сложные углеводы разнообразны по составу, молекулярной массе, а следовательно, и по свойствам. Их делят на две группы: *низкомолекулярные* (сахароподобные или олигосахариды или полисахариды 1 порядка) и *высокомолекулярные* (несахароподобные полисахариды или полисахариды 2 порядка).

Моносахариды – твердые кристаллические вещества, гигроскопичны, хорошо растворяются в воде, образуя сиропы, трудно растворимы в спирте. Большинство из них имеют сладкий вкус. Молекулы простых углеводов – моноз построены из неразветвленных углерод-углеродных цепей, содержащих различное число атомов углерода. В состав растений входят главным образом монозы с 5 и 6 углеродными атомами – пентозы и гексозы. У атомов углерода расположены гидроксильные группы, а один из них окислен до альдегидной (альдозы) или кетонной (кетозы) группы.

Среди моносахаридов широко известны глюкоза, фруктоза, галактоза, арабиноза, ксилоза и д-рибоза. Глюкоза (виноградный сахар) в свободном виде содержится в ягодах и фруктах (в винограде до 8 %, в сливе, черешне – 5-6 %, в меде 36 %). Из молекул глюкозы построены крахмал, гликоген, мальтоза; глюкоза является составной частью сахарозы и лактозы.



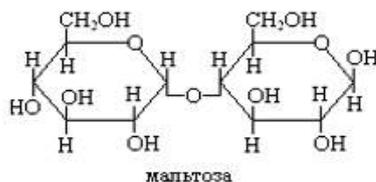
Фруктоза (плодовый сахар) содержится в чистом виде в пчелином меде (до 37 %), винограде 7,7 %, яблоках 5,5 %; входит в состав сахарозы, образует высокомолекулярный полисахарид инсулин. Сбраживается дрожжами. Получают из сахарозы, инсулина, трансформацией других моноз методами биотехнологии. Галактоза – составная часть молочного сахара (лактозы), которая содержится в молоке, растительных тканях, семенах.

Ксилоза (древесный сахар) содержится в хлопковой шелухе, кукурузных кочерыжках. Входит в состав пентозанов. Получаемую при гидролизе ксилозу используют в качестве подслащивающего вещества для больных диабетом.

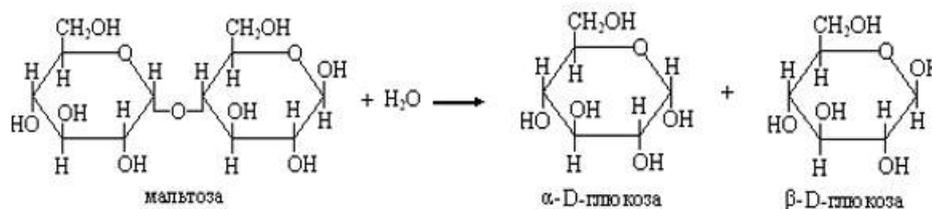
Дисахариды – сложные сахара, каждая молекула которых при гидролизе распадается на две молекулы моносахаридов. По строению дисахариды являются гликозидами, в которых две молекулы моносахаридов соединены

гликозидной связью. Среди дисахаридов широко известны мальтоза, сахароза и лактоза. Молекула мальтозы состоит из двух остатков глюкозы. В ее образовании участвуют полуацетальный гидроксил одной из молекул глюкозы и спиртовый (расположенный у четвертого углеродного атома) другой, следовательно, она является восстанавливающим дисахаридом:

Мальтоза широко распространена в природе, она содержится в проросшем зерне и особенно в больших количествах в солоде и солодовых экстрактах. Образуется при неполном гидролизе крахмала разбавленными кислотами или ферментами, является одним из основных компонентов крахмальной патоки, широко используемой в пищевой промышленности.



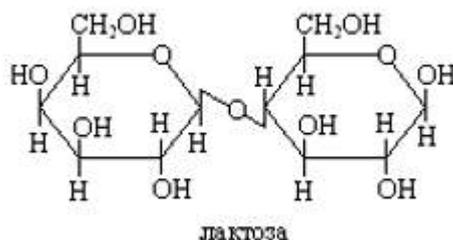
При гидролизе мальтозы образуются две молекулы глюкозы:



Этот процесс играет большую роль в пищевой технологии, при брожении теста как источник сбраживаемых сахаров. Молекула сахарозы состоит из остатков глюкозы и фруктозы. Сахароза, в отличие от дисахаридов, не имеет свободного гидроксила и не обладает восстанавливающими свойствами. Сахароза кристаллизуется без воды в виде больших моноциклических кристаллов.

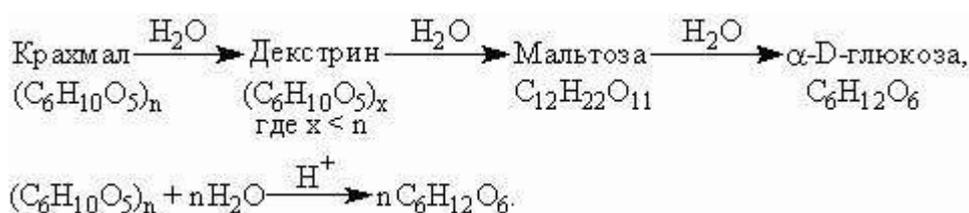
Гидролиз сахарозы получил название инверсии, а смесь образующихся разных количеств глюкозы и фруктозы – инвертным сахаром. Сахароза сбраживается дрожжами (после гидролиза), а при нагревании выше температуры плавления (160-186°С) карамелизуется, т. е. превращается в смесь сложных продуктов карамелана, карамелена и других, теряя при этом воду. Эти продукты под названием «колер» используют при производстве напитков и в коньячном производстве для окраски готовых продуктов.

Лактоза состоит из остатков галактозы и глюкозы и обладает восстанавливающими свойствами. Лактозу получают из молочной сыворотки, отхода при производстве масла и сыра. В коровьем молоке содержится 4-6% лактозы. Лактоза не гигроскопична, не участвует в спиртовом брожении, но под влиянием молочнокислых дрожжей гидролизуется с последующим сбраживанием образовавшихся продуктов в молочную кислоту (молочнокислое брожение)



Полисахариды построены из большого числа (до 6-10 тыс.) остатков моноз. Они делятся на гомополисахариды, построенные из молекул моносахаридов только одного вида (крахмал, гликоген, клетчатка), и гетерополисахариды, состоящие из остатков различных моносахаридов.

Крахмал – смесь полимеров двух типов, построенных из остатков глюкопиранозы: амилазы и амилопектина. Их содержание в крахмале зависит от культуры и колеблется от 18 до 25 % амилазы и 75-82 % амилопектина. Крахмал не растворим в воде, а при внесении в кипящую воду зерна его набухают, и образуется коллоидный раствор – клейстер. При нагревании с кислотами, а также под влиянием ферментов крахмал гидролизуется. Конечный продукт является D-глюкоза:



Гликоген – полисахарид, широко распространенный в тканях животных, близкий по своему строению к амилопектину. Молекула гликогена, как и молекула амилопектина, построена из сильно разветвленных цепочек (разветвление через каждые 3-4 звена) с общим количеством глюкозидных остатков 5-50 тыс. (с молекулярной массой 1-10 млн). Гликоген (животный крахмал) состоит из остатков глюкозы. Важный энергетический запасной материал животных присутствует в некоторых растениях, например в зернах кукурузы. Гликоген хорошо растворяется в горячей воде, но его растворы при охлаждении не образуют клейстер. Гидролизуется с образованием в качестве конечного продукта глюкозы

В молекуле *целлюлозы* остатки глюкозы соединены гликозидными связями, что определяет линейную структуру полимера. Целлюлоза не расщепляется обычными ферментами желудочно-кишечного тракта млекопитающих, а при действии фермента целлюлазы, выделяемого из кишечной флоры травоядных, распадается на целлодекстрины и целлобиозу.

Инулин – высокомолекулярный углевод, растворимый в воде, осаждающийся из водных растворов при добавлении спирта. При гидролизе с помощью кислот образует фруктофуранозу и небольшое количество глюкопиранозы. Содержится в большом количестве в корнях одуванчика, земляной груши, листьях и стеблях каучуконосного растения гваюлы. В этих растениях

инулин заменяет крахмал. В растениях, плесневых грибах и дрожжах содержится особый фермент – инулаза, который гидролизует инулин с образованием фруктозы

Камеди – группа коллоидных полисахаридов, к которым принадлежат растворимые в воде углеводы, образующие вязкие и клейкие растворы. Они находят широкое применение в производстве, поскольку они обладают такими ценными свойствами, как повышенная вязкость, клейкость, набухаемость и т.д. Камеди применяются в качестве связующих веществ и загустителей, служат эмульгаторами, основой для косметических и фармацевтических кремов и паст, стабилизаторами в пищевой промышленности.

Пектиновые вещества, содержащиеся в растительных соках и плодах, представляют собой гетерополисахариды, построенные из остатков галактуроновой кислоты, соединенных $\alpha(1,4)$ - гликозидными связями. Карбоксильные группы галактуроновой кислоты в той или иной степени этерифицированы метиловым спиртом.

В зависимости от этого существует следующая классификация пектиновых веществ:

- *Протопектин* - нерастворимое в воде соединение сложного химического состава.

- *Пектиновые кислоты* – это полигалактуроновые кислоты, в малой степени этерифицированы остатками метанола; Пектин представляет собой почти полностью этерифицированную пектиновую кислоту. Пектины растворимы в воде, образуют коллоидные растворы. Молекулярная масса 20-30 тыс.

Усвояемые и неусвояемые углеводы. Известно более 200 различных природных моносахаридов, однако только некоторые из них используются в питании. Наибольшей пищевой ценностью обладают альдозы (глюкоза, галактоза, манноза, ксилоза), а также кетозы (фруктоза).

Потребление глюкозы и фруктозы – двух наиболее распространенных в природе моносахаридов – достигает 20% общего потребления углеводов. Из кишечника углеводы всасываются в кровь только в виде глюкозы и фруктозы. Глюкозу в качестве питательного материала в организме человека используют в основном нервные клетки, мозговое вещество почек и эритроциты. Депонируется глюкоза в виде гликогена печени (100 г) и мышц (250 г). В организме постоянный уровень концентрации глюкозы в крови поддерживается с помощью гормонов поджелудочной железы – инсулина и глюкагона.

Основными неусвояемыми углеводами являются так называемые «пищевые волокна» - смесь различных структурных полисахаридов растительных клеток – целлюлозы, гемицеллюлоз и пектиновых веществ, лигнина, а также неструктурных полисахаридов, встречающихся в натуральном виде в продуктах питания, - камедей, слизей, а также полисахаридов, используемых в качестве пищевых добавок.

Пищевые волокна устойчивы к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике; они частично или полностью могут ферментироваться микрофлорой толстого кишечника.

Целлюлоза – основной структурный компонент оболочки растительной клетки. Основное ее физиологическое действие – это способность связывать воду (до 0,4 г воды на 1 г клетчатки).

Гемицеллюлозы – полисахариды клеточной оболочки, состоящие из полимеров глюкозы и других гексоз. Они способны также удерживать воду и связывать катионы.

Пектиновые вещества – гликаногалактуронаны – входят в число основных компонентов растений и водорослей. Общим признаком пектиновых веществ является основная цепь полигалактуроновой кислоты.

Одним из важнейших свойств пектиновых веществ является комплексообразующая способность, основанная на взаимодействии молекулы пектина с ионами тяжелых металлов и радионуклидов. Это дает основание рекомендовать пектин для включения в рацион питания лиц, находящихся в среде, загрязненной радионуклидами, и имеющих контакт с тяжелыми металлами. Профилактическая норма пектина, утвержденная ВОЗ, составляет 2-4 г в сутки; для лиц, работающих в неблагоприятных условиях, составляет 8-10 г в сутки.

Пектин обладает лечебными свойствами и применяется при расстройствах пищеварительного тракта (гастроэнтериты, диарея), уменьшает потерю воды организмом, сокращает свертывание крови, связывает многие яды, замедляет выделение из организма аскорбиновой кислоты, инсулина, антибиотиков, снижает содержание холестерина в крови, влияет на обмен желчных кислот, обладает анафилактическим действием, обуславливает пролонгированное действие многих лекарственных веществ. Пектин связывает стронций, кобальт, радиоактивные изотопы. Большая часть пектинов не переваривается и не всасывается организмом, а выводится из него вместе с вредными веществами.

Пектины улучшают пищеварение, снижают процессы гниения в кишечнике и выводят ядовитые продукты обмена, образующиеся в самом организме; способствуют выработке в кишечнике витаминов группы В, особенно В12, жизнедеятельности и росту полезных микроорганизмов в кишечнике, выведению излишнего количества холестерина. Пектин яблок задерживает размножение гриппозного вируса «А», уменьшает последствия ртутного и свинцового отравления, способствует выведению свинца из костной ткани.

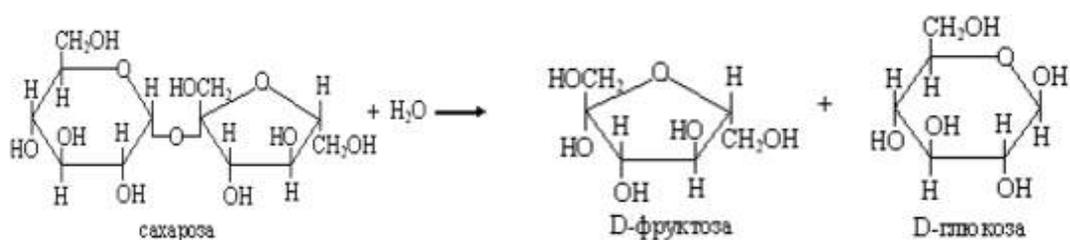
Пектин в относительно больших количествах содержится в овощах (0,4 — 0,6%), фруктах (от 0,4% в вишнях до 1% в яблоках, но особенно много в кожуре - от 1,5% в яблочной до 30% в цитрусовой) и ягодах (от 0,6% в винограде до 1,2% в черной смородине), а также в землянике, клюкве, апельсинах, калине и др.

В промышленных масштабах пектин получают из свеклы, отжатых лимонов, яблок и других продуктов. Он широко используется в пищевой промышленности для производства джемов, зефира, мармелада, повидла.

Превращения углеводов при производстве продуктов питания. Основные изменения углеводов при тепловой обработке:

- гидролиз (кислотный, ферментативный),
- карамелизация,
- меланоидинообразование.

Гидролиз. Дисахариды при нагревании в водных растворах под действием кислот или ферментов распадаются на составляющие моносахариды. Сахароза под действием кислоты присоединяя молекулу воды расщепляется на глюкозу и фруктозу.



В данной реакции кислота действует как катализатор, полученная смесь глюкозы и фруктозы вращает плоскость поляризации не вправо (как сахароза), а влево. Такое преобразование правовращающей сахарозы влево вращающую смесь называется инверсия. Смесь глюкозы и фруктозы называется инвертным сахаром, который имеет сладкий вкус, чем сахароза. Степень инверсии зависит от продолжительности тепловой обработки, от вида и концентрации кислоты. Наибольшей инверсионной способностью обладает щавелевая, яблочная, молочная и другие кислоты.

Ферментативный гидролиз протекает под влиянием ферментов. Ферментативному гидролизу могут подвергаться как дисахара, которые распадаются на моносахара, а моносахара далее на этиловый спирт и другие соединения.

Карамелизация – изменение химического состава углеводов при нагревании их выше 100°C. Состав образующих новых веществ зависит от свойств сахаров, их концентрации, степени и продолжительности теплового воздействия, pH-среды.

Глюкоза претерпевает следующие изменения: при нагревании отщепляется одна или две молекулы воды. Образовавшиеся продукты соединяются друг с другом или с другой молекулой глюкозы, образуя продукты *реверсии* – соединения с большим числом глюкозных единиц в молекуле, чем у исходного сахара.

При температурном воздействии выделяется третья молекула воды и образуется *оксиметилфурфурол*. При дальнейшем нагревании он распадается

с разрушением углеводного скелета с образованием окрашенных ароматических веществ, муравьиной и левулиновой кислоты.

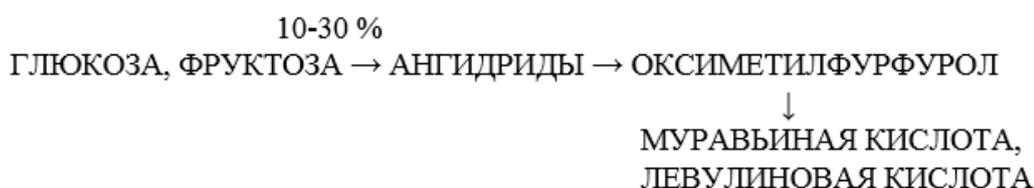
По мере нагревания сахарозы происходит всевозрастающее отщепление молекул воды, в результате чего образуется большое количество продуктов разложения, в т. ч. производных фурфурола.

При отщеплении от молекулы сахарозы двух молекул воды образуется вещество светлосоломенного цвета, растворяющее в холодной воде – *карамелан*. При дальнейшем отщеплении воды образуются вещества ярко-коричневого цвета, растворяющиеся в воде – *карамелен*. Более сильное обезвоживание массы приводит к образованию вещества темно-коричневого цвета, который растворяется в горячей воде – *карамелин*.

При более длительном нагреве образуются гуминовые вещества, растворимые только в щелочи. Схема превращения дисахаридов при нагревании:



Схема превращения моносахаридов при нагревании:



Деление на карамелан, карамелен, карамелин условное, так как в процессе производства кулинарных и кондитерских изделий, содержащих сахара, все перечисленные изменения могут протекать одновременно, а конечный продукт может представлять смесь данных веществ.

При изготовлении кондитерских изделий основными продуктами карамелизации являются ангидриды и продукты реверсии, начальной стадии превращения оксиметилфурфурола.

Под *меланоидинообразованием* понимают взаимодействие восстанавливающих сахаров с аминокислотами, пептидами и белками, приводящих к образованию темноокрашенных соединений – меланоидинов (реакция Майяра). Характерным признаком данной реакции является потемнение продуктов в результате образования трудно или нерастворимых в воде темноокрашенных соединений и появление ароматобразующих

Меланоидинообразование – это окислительно-восстановительный процесс, который представляет собой совокупность последовательно и параллельно идущих реакций. Механизм этих реакций очень сложный, возникает много промежуточных продуктов, которые на следующих этапах взаимодействуют между собой или с исходными веществами. Скорость и глубина процессов зависит от состава взаимодействующих продуктов, соотношением компонентов, от температуры, pH среды.

Наиболее интенсивно этот процесс протекает в нейтральной и щелочной среде. Тормозится серной кислотой, образующие в ходе реакции фурфурол, оксиметилфурфурол, альдегиды принимают участие в образовании нового вкуса и аромата готовой продукции. При невысоких температурах реакция протекает медленно. Схема взаимодействия восстанавливающих дисахаридов и моносахаридов с аминокислотами в упрощенном виде:



Продукты этой реакции оказывают различное влияние на органолептические свойства готовых изделий. Улучшают качество жаренного и тушеного мяса, при получении вин, шампанского; аромат и вкус свежеспеченного хлеба, жаренных орех.

Нежелательным явлением этой реакции является разрушение сахаров и белков в процессе нагревания. Чем выше интенсивность образования коричневой окраски, тем ниже пищевая ценность белковых продуктов.

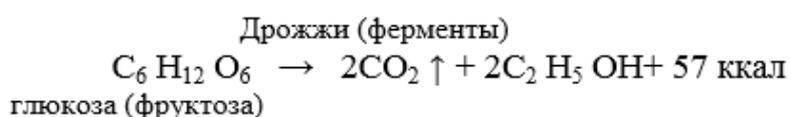
Дыхание - это экзотермический процесс ферментативного окисления моносахаридов до воды и диоксида углерода:



Дыхание является важнейшим источником энергии для человека. Для осуществления процесса дыхания необходимо большое количество кислорода.

При недостатке кислорода или его отсутствии происходит процесс брожения моносахаридов. Существует несколько видов брожения, в которых принимают участие различные микроорганизмы. –

- Спиртовое брожение осуществляется при участии ферментов дрожжей по следующей схеме:



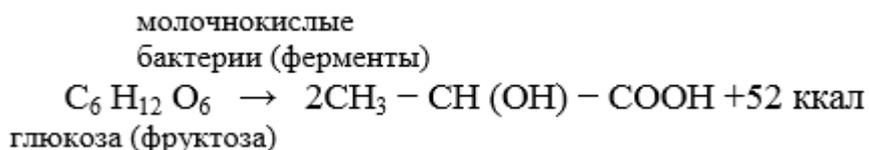
В результате реакции спиртового брожения, под действием комплекса ферментов дрожжей, образуется две молекулы этилового спирта и две молекулы диоксида углерода.

Моносахариды сбраживаются дрожжами с различной скоростью. Наиболее легко сбраживается глюкоза и фруктоза, труднее манноза, практически не сбраживается галактоза – основной углевод молока.

Пентозы дрожжами не сбраживаются. Наряду с моносахаридами глюкоза и фруктоза, дрожжи могут сбраживать дисахариды мальтоза и сахароза, так как дрожжи обладают ферментами, способными разложить молекулы этих двух дисахаридов до глюкозы и фруктозы (α -гликозидаза и β -фруктофуранозидаза).

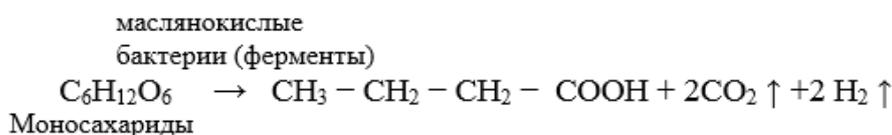
Спиртовое брожение играет важную роль в процессе производства пива, спирта, вина, кваса, в хлебопечении. Наряду с главными продуктами брожения – этиловым спиртом и диоксидом углерода, при спиртовом брожении образуются побочные и вторичные продукты брожения: глицерин, уксусный альдегид, уксусная кислота, изоамиловый и другие высшие спирты. Эти продукты влияют на органолептические свойства продуктов, часто ухудшают их качество.

Молочнокислое брожение осуществляется при участии ферментов молочнокислых бактерий:



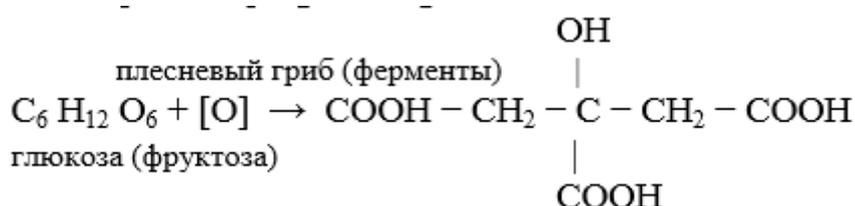
В результате реакции молочнокислого брожения под действием комплекса ферментов образуется две молекулы молочной кислоты. Молочнокислое брожение играет важную роль в процессе производства кисломолочных продуктов, кваса, квашении капусты.

Маслянокислое брожение осуществляется при участии ферментов маслянокислых бактерий:



В результате реакции маслянокислого брожения образуется молекула масляной кислоты две молекулы диоксида углерода и водород. Этот процесс происходит на дне болот при разложении растительных остатков, а также при возникновении инфекции маслянокислыми микроорганизмами в процессе производства продуктов питания.

Лимоннокислое брожение осуществляется при участии ферментов плесневого гриба *Aspergillus niger*:



В результате реакции лимоннокислого брожения образуется молекула лимонной кислоты. В основе этой реакции лежит процесс получения лимонной кислоты.

Углеводы в продуктах питания. Основными источником углеводов в питании являются растительные продукты. Углеводы по усвояемости в организме можно разделить на две группы усвояемые организмом человека (ос-

новные – глюкоза, фруктоза, галактоза, сахароза, мальтоза, крахмал) и неусвояемые – пищевые волокна или балластные вещества.

Балластные вещества влияют на перистальтику кишечника, создавая необходимые условия в продвижении пищи по желудочно-кишечному тракту. Они способствуют выведению из организма холестерина, препятствуют всасыванию ядовитых веществ. Недостаток их способствует ожирению, развитию желчно-каменной болезни, сердечно-сосудистых заболеваний.

Пищевой рацион должен содержать необходимое количество балластных веществ, это следует помнить, создавая новые виды продуктов, особенно рафинированные. В то же время, повышенное содержание клетчатки в рационе приводит к снижению усвоения многих компонентов пищи и может вызывать нарушения в деятельности балластных веществ в питании: хлеб грубого помола, картофель, капуста, морковь.

Главными усваиваемыми углеводами в питании человека являются сахароза и крахмал. Крахмал является главным энергетическим ресурсом человеческого организма. Источник крахмала – зерновые, бобовые, картофель. На долю крахмала приходится примерно 80 % всех потребляемых человеком углеводов.

Моносахариды и олигосахариды присутствуют в зерновых в относительно малых количествах. Сахароза обычно поступает в человеческий организм с продуктами, в которые они добавляются.

Потребность человека в углеводах связана с его энергетическими затратами и равна 365-5 000 г/сутки, в том числе крахмала 350-400 г, моно и дисахаридов – 50-100 г, их следует распределять на 3-4 приема по 20-25 г, балластных веществ – до 25 г, в том числе непосредственно клетчатки и пектиновых веществ – 10-15 г.

Избыток углеводов способствует ожирению, нарушению нервной системы, особенно у детей. Норма углеводов должна быть уменьшена при сахарном диабете, аллергиях, воспалительных процессах, а также для людей, не занимающихся физическим трудом, и пожилого возраста.

Людям пожилого возраста, а также занимающимся умственным трудом и ведущим малоподвижный образ жизни, необходимо чтобы потребление, сахарозы составляло не более 15 % от суточного потребления углеводов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Углеводы. Структура, физико-химические и функционально-технологические свойства.
2. Превращение углеводов под действием пищеварительных ферментов.
3. Превращение углеводов в процессе биологического окисления, при хранении и переработке. Характеристика промежуточных продуктов.
4. Клейстеризация и карамелизация. Роль углеводов в цветообразовании, формировании вкуса и структуры.
5. Гидролиз углеводов. Кислотный и ферментативный гидролиз крахмала.
6. Карамелизация. Реакции Майяра и Амадори.

7. Ферментативное окисление альдоз. Применение в пищевых технологиях.
8. Модифицированные крахмалы. Отличительные свойства. Применение в производстве продуктов питания.
9. Пектиновые вещества. Пектинсодержащее сырье. Использование пектинов в пищевых технологиях.
10. Химический взгляд на процессы брожения в пищевых технологиях.
11. Функциональное значение моно- и олигосахаров в пищевых продуктах.
12. Характеристика углеводов.
13. Функции, выполняемые в организме человека усваиваемыми и неусваиваемыми углеводами.
14. Сходство и различие в строении и свойствах крахмала, гликогена, клетчатки.
15. Превращения углеводов при производстве пищевых продуктов. Охарактеризуйте реакции, в которых они участвуют.
16. Опишите процесс карамелизации.
17. Опишите процесс меланоидинообразования.
18. Охарактеризуйте факторы, влияющие на образование меланоидиновых продуктов.
19. Функциональное значение моно- и олигосахаридов в пищевых продуктах.
20. В каких пищевых технологиях используют гидролиз полисахаридов?
21. Пектиновые вещества, классификация, пектиновые вещества в пищевой технологии и кулинарии.
22. Гетерополисахариды: инулин, гемицеллюлозы, растительные камеди. Биологическое значение.
23. Методы определения углеводов
24. Приведите примеры пищевых технологий, в которых используют гидролиз полисахаридов.

ТЕМА 5. ВИТАМИНЫ В СЫРЬЕ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Витамины, их классификация и краткая характеристика. История создания и использования. Биологические свойства витаминов. Витаминная недостаточность: гипо- и авитаминоз. Гипервитаминоз. Классификация витаминов. Водорастворимые витамины. Аскорбиновая кислота (витамин С): химические свойства, физиологическая роль, источники пищевого сырья, нормы потребления. Методы определения витамина С в сырье и пищевых продуктах. Витамины группы В – химические формулы, физиологическая роль, нормы потребления, пищевые источники. Фолиевая кислота: химические свойства, физиологическая роль, пищевые источники. Жирорастворимые витамины. Витамины группы А, Е, Д и К : химические свойства, физиологическая роль, нормы потребления, источники пищевого сырья. Витаминоподобные вещества. Обогащение витаминами продуктов питания.

Теоретическая часть

Витамины – низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, катализаторы, биорегуляторы процессов, протекающих в живом организме. Недостаточное поступление витаминов с пищей приводит к их дефициту в организме и развитию болезни витаминной недостаточности.

Свое название они получили, по предложению польского биохимика К. Функа (от лат. *vita* – жизнь), выделившего необходимый для жизнедеятельности человека фактор из рисовых отрубей (витамин В1), который оказался амином. Сейчас известно свыше тринадцати соединений, относящихся к витаминам.

Различают две степени витаминной недостаточности: авитаминоз и гиповитаминоз. При авитаминозе наблюдается большой дефицит витамина и развивается заболевание, связанное с витаминной недостаточностью (цинга, рахит, дерматозы).

При гиповитаминозе наблюдается умеренный дефицит в витамине, проявления дефицита витамина стерты, неспецифичны (потеря аппетита, быстрая утомляемость, раздражительность, кровоточивость десен).

Наряду с дефицитом одного из витаминов, все чаще наблюдается полигиповитаминоз и полиавитаминоз, при которых организм испытывает недостаток сразу в нескольких витаминах. Чаще всего гиповитаминозы и авитаминозы возникают при недостаточном поступлении витаминов с пищей, кроме того дефицит витаминов может возникнуть вследствие нарушения их усвоения в организме, в основном по причине развития какого-либо заболевания человека. В некоторых случаях формируется повышенная потребность человека в витаминах: при высоких физических нагрузках, при стрессе, при воздействии вредных внешних факторов.

При обследовании населения выявлен дефицит витаминов у большей части населения, особенно дефицит обостряется в зимний и весенний период. Наиболее эффективный способ витаминной профилактики – обогащение витаминами продуктов питания, пользующихся массовым спросом, часто наряду с витаминизацией осуществляют минерализацию продуктов, внося одновременно с витаминами дефицитные минеральные вещества.

По данным института питания РАМН наиболее важными причинами гипо- и авитаминоза (в обобщенном виде) являются следующие:

1. Недостаточное поступление витаминов с пищей, связанное с их низким содержанием в рационе, снижением общего количества потребляемой пищи, потерями витаминов в ходе технологического потока.
2. Угнетение кишечной микрофлоры, продуцирующей некоторые витамины.
3. Нарушение ассимиляции витаминов.
4. Повышенная потребность в витаминах, связанная с особенностями физиологического состояния организма или интенсивной физической нагрузкой, особыми климатическими условиями.
- 5.

Врожденные генетически обусловленные нарушения обмена и функций витаминов.

При приеме витаминов в количестве, значительно превышающем физиологические нормы, могут развиваться гипervитаминозы. Это особенно характерно для жирорастворимых витаминов. При витаминизации продуктов питания повышается их качество, сокращаются расходы на медицинское лечение, расширяется круг лиц, постоянно потребляющих дефицитные витамины, восполняются потери витаминов, происходящие при технологической переработке сырья.

Основные продукты питания, обогащенные витаминами:

- мука и хлебобулочные изделия (витамины группы В);
- продукты детского питания (все витамины);
- напитки и соки (все витамины кроме А, D);
- молочные продукты (витамины А, D, Е, С);
- маргарин, майонез (витамины А, D, Е).

По растворимости витамины могут разделены на две группы водорастворимые (С, группа В, Р, РР) и жирорастворимые (А, Д, Е, К) (табл. 2). Потребность в витаминах исчисляется в миллиграммах и даже в тысячных долях (микрограммах). Так как химическая природа витаминов была открыта после установления их биологической роли, их условно обозначили буквами латинского алфавита (А, В, С, D и т. д.); они сохранились и до настоящего времени для обозначения групп соединений, родственных по структуре, с общими биохимическими функциями (витамеры).

Таблица 2 - Краткая характеристика витаминов

Витамин	Функции	Важнейшие источники
Водорастворимые витамины		
В2 Рибофлавин	Участвует во всех видах обменных процессов. Особенно важную роль играет в обеспечении зрительных функций, нормального состояния кожи и слизистых оболочек, синтезе гемоглобина.	Печень, мясо, молочные продукты, яйца, темно-зеленые овощи, хлеб из цельного зерна и крупы, орехи; также образуется в кишечнике.
В1 Тиамин	Способствует превращению в энергию углеводов, жиров и белков.	Печень, свинина, устрицы, хлеб и крупы из цельного зерна, обогащенные крупы и хлеб, горох, орехи.
В3, РР Ниацин (никотиновая кислота)	Освобождение энергии из всех пищевых веществ, содержащих калории; синтез белков и жиров.	Печень, домашняя птица, мясо, яйца, хлеб из цельного зерна, крупы, орехи и бобовые (горох, бобы, соя), пивные дрожжи, рыба.
В6 Пиридоксин	Участвует в процессах углеводного обмена, синтезе гемоглобина и полиненасыщенных жирных кислот. Регуляция активности нервной системы; регенерация эритроцитов; образование антител.	Все пищевые продукты, богатые белком, бананы, некоторые овощи, хлеб из цельного зерна, крупы, зеленые овощи, рыба, печень, мясо, домашняя птица, орехи, чечевица.
В12 Кобаламин Цианкобаламин	Способствует образованию эритроцитов; рост и деятельность нервной системы.	Печень, почки, мясо, рыба, яйца, молочные продукты, дрожжи, сыр.
В9, Вс Фолиacin (фолиевая кислота)	Способствует образованию нуклеиновых кислот и клеточному делению; образование эритроцитов; развитие плода.	Печень, темно-зеленые овощи, проростки пшеницы, бобовые, апельсины и апельсиновый сок, рыба, мясо, молоко, домашняя птица, яйца.
Витамин Н Биотин	Способствует освобождению энергии из соединений, содержащих калории.	Широко встречаются в разных продуктах: яйца, печень, темно-зеленые овощи, арахис, бурый рис, почки, соевые бобы. Вырабатывается кишечной микрофлорой.
В5 Пантотеновая кислота	Освобождение энергии; образование холестерина.	Широко встречается в растительных и животных продуктах. Печень, хлеб из цельного зерна и крупы.

<i>Окончание табл. 2</i>		
Витамин	Функции	Важнейшие источники
Жирорастворимые витамины		
С Аскорбиновая кислота	<u>Антиоксидант</u> ; способствует заживлению ран и противодействует инфекциям; образование соединительной ткани; повышает абсорбцию железа. Играет важную роль в образовании межклеточных структур.	Плоды citrusовых, дыни, помидоры, смородина, картофель, свежие, особенно темно-зеленые овощи.
А <u>ретинол</u> , <u>бета-каротин</u>	Нормальное зрение (особенно ночное); образование клеток (например, кожи); увеличивает сопротивляемость инфекциям. Необходим для жизнедеятельности всех эпителиальных клеток и для роста костей	Богатые жиром и обогащенные молочные продукты, печень, желтые овощи и овощи с темно-зелеными листьями, рыбий жир, морковь.
Д <u>эргокальциферол</u>	Способствует абсорбции и утилизации <u>кальция</u> и <u>фосфора</u> ; росту костей; нервно-мышечной активности.	Обогащенное молоко, говяжья печень, печень трески, рыба, рыбий жир, яичный желток. Образуется в коже при воздействии солнечного света.
Е <u>альфа-токоферол</u>	Антиоксидант, защищающий клеточную мембрану от повреждений; образование и защита эритроцитов, мышц и других тканей.	Почти во всех растительных продуктах, особенно в растительных маслах. Рыбий жир, печень, хлеб из цельного зерна, орехи
К , <u>филлохинон</u>	Свертывание крови; образование костей.	Овощи с зелеными листьями; горох, люцерна. Образуется в кишечнике у человека.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Витамины. Физиологическая роль витаминов.
2. Понятия: авитаминоз, полиавитаминоз, гиповитаминоз, полигиповитаминоз, гипервитаминоз,
3. Классификация витаминов.
4. Водорастворимые витамины. Общая характеристика, химическая природа, суточная потребность и источники.
5. Витамин С: химические свойства, физиологическая роль, источники пищевого сырья, нормы потребления.
6. Методы определения витамина С в сырье и пищевых продуктах.
7. Тиамин и рибофлавин: химические свойства, физиологическая роль, источники пищевого сырья, нормы потребления.

8. Никотиновая кислота, ниацин: химические свойства, физиологическая роль, источники пищевого сырья, нормы потребления.
9. Фолиевая кислота: химические свойства, физиологическая роль, источники пищевого сырья, нормы потребления
10. Жирорастворимые витамины. Общая характеристика, химическая природа, суточная потребность и источники.
11. Витамин Д: химические свойства, физиологическая роль, источники пищевого сырья, нормы потребления.
12. Витамины группы А (ретинол): химические свойства, физиологическая роль, источники пищевого сырья, нормы потребления.
13. Токоферолы/витамины группы Е: химические свойства, физиологическая роль, источники пищевого сырья, нормы потребления
14. Общие причины потери витаминов при хранении и производстве продуктов питания.
15. Охарактеризуйте способы сохранения витаминов в пищевых продуктах
16. Цель витаминизации пищи. Приведите примеры.
17. Витаминоподобные вещества: холин, пантотеновая кислота,
18. Антивитамины.
19. Влияние различных способов и режимов технологической обработки при хранении на стабильность витаминов.
20. Способы витаминизации пищевых продуктов. Методы определения витаминов в пищевых продуктах.

ТЕМА 6. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА В СЫРЬЕ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Минеральные вещества, их роль для организма: как пластичный материал, регулятор кислотно-щелочного баланса и осмотического давления плазмы крови, участники синтеза гормонов, элементы витаминов, антител и ферментов. Содержание минеральных веществ в организме человека. Причины нарушения обмена минеральных веществ. Содержание минеральных веществ в сырье и продуктах. Соотношение минеральных элементов в природе и организме человека. Макро- и микроэлементы: жизненно необходимые, условно необходимые, малоизученного действия. Биологическая роль кальция, магния, фосфора, серы, калия, натрия. Оптимальное соотношение кальция и магния, кальция и фосфора; источники поступления минеральных веществ в организм. Биологическая роль микроэлементов: железа, йода, селена, цинка, меди, хрома, марганца, кобальта. Потери минералов при переработке. Опасность введения в продукты некоторых минералов - токсичных веществ. Обогащение минералами продуктов питания. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами.

Теоретическая часть

Минеральные вещества играют важную роль в обменных процессах организма человека. Минеральные вещества входят в состав опорных тканей (кальций, фосфор, магний, фтор); принимают участие в кроветворении (железо, кобальт, фосфор, медь, марганец, никель); влияют на водный обмен, определяют осмотическое давление плазмы крови, являются составными частями ряда гормонов, витаминов, ферментов.

Общее содержание минеральных веществ составляет 3 - 5 % массы тела человека. Содержание минеральных веществ в сырье и продуктах питания невелико от 0,1 до 1,9 %.

В зависимости от содержания в организме и потребности человека в минеральных веществах их разделяют на: макроэлементы и микроэлементы.

К макроэлементам относят кальций, фосфор, магний, натрий, калий, хлор, серу. Они содержатся в количествах, составляющих сотни миллиграммов на 100 г пищевого продукта.

Микроэлементы условно делят на две группы:

- абсолютно или жизненно необходимые – кобальт, железо, медь, цинк, марганец, йод, фтор, бром;
- вероятно необходимые – алюминий, стронций, молибден, селен, никель, ванадий.

Микроэлементы называют жизненно необходимыми, если при их отсутствии или недостатке нарушается нормальная жизнедеятельность организма человека. Микроэлементы содержатся в количествах, составляющих десятые, сотые, тысячные доли миллиграмма на 100 г пищевого продукта.

Распределение микроэлементов в организме человека зависит от химических свойств и очень разнообразно. Многие микроэлементы действуют на человека опосредовано, то есть через влияние на интенсивность и характер обмена веществ, часто это связано с влиянием на активность различных ферментов в организме человека. Так, некоторые микроэлементы (марганец, цинк, йод) влияют на рост, их недостаточное поступление в организм с пищей тормозит нормальное физическое развитие ребенка. Другие микроэлементы (молибден, медь, марганец) принимают участие в активности репродуктивной функции, а их недостаток в организме отрицательно влияет на человека (табл. 3).

Таблица 3 - Симптомы отклонений в организме человека при дефиците минеральных веществ

Минеральное вещество	Нарушения в деятельности Органов человека
Кальций	Замедление роста скелета
Магний	Мышечные судороги
Железо	Анемия, нарушение иммунной системы
Цинк	Повреждение кожи, замедление роста, полового созревания
Медь	Слабость артерий, нарушение деятельности печени, вторичная анемия
Марганец	Бесплодие, ухудшение роста скелета
Молибден	Замедление клеточного роста, склонность к карнесу
Кобальт	Злокачественная анемия
Никель	Депрессия, дерматиты
Хром	Симптомы диабета, атеросклероз
Кремний	Нарушение роста скелета
Фтор	Карнес зубов
Йод	Нарушение работы щитовидной железы, замедление обмена веществ
Селен	Слабость сердечной мышцы

К наиболее дефицитным минеральным веществам в питании человека относятся кальций (для детей и пожилых людей), железо, йод, к избыточным – натрий (из-за высокого уровня потребления соли), фосфор.

Недостаток или избыток в питании каких-либо минеральных веществ, вызывает нарушение обмена белков, липидов, углеводов, витаминов, что приводит к развитию ряда хронических заболеваний. В таблице 1 приведены симптомы отклонений в организме человека при дефиците минеральных веществ.

При правильном питании и потреблении человеком достаточного количества разнообразных минеральных веществ, все чаще наблюдается нарушение обмена минеральных веществ. Причинами нарушения обмена минеральных веществ могут быть следующие факторы:

- несбалансированное питание, то есть недостаточное или избыточное количество белков, липидов, углеводов, витаминов;
- применение методов кулинарной обработки пищевых продуктов, приводящих к потере минеральных веществ, например: при удалении отваров овощей и фруктов, размораживании мяса, рыбы в горячей воде. При такой обработке теряются растворимые соли, содержащие ценные минеральные вещества;
- отсутствие коррекции рациона питания, учитывающей увеличение потребностей отдельной группы населения в тех или иных минеральных ве-

ществах, связанные с определенными физическими нагрузками или условиями труда;

- нарушение процесса усвоения минеральных веществ.

Макро- и микроэлементы

Кальций. Содержится в организме человека в большем количестве, чем другие минеральные вещества, в среднем он составляет 1,5 – 2,0 % массы тела. Основная масса его (99 %) находится в костях, зубах. Кальций является наиболее трудноусваиваемым элементом, адсорбируется только 10 - 30 % содержащегося в пище кальция. Усвоению кальция способствует высокое содержание в пище белков и лактозы. Нарушается усвоение кальция при повышенном содержании липидов, солей калия, магния, щавелевой кислоты.

Существенное влияние на всасываемость кальция оказывает соотношение его с фосфором и магнием а пищевых продуктах. Оптимальное соотношение $Ca : P = 1 : 1,5$; $Ca : Mg = 1 : 0,5$. При избытке фосфора в организме образуется кальциевая соль трехосновного фосфора, которая почти не усваивается организмом человека. Следствием несоответствия количества кальция и фосфора в рационе человека является разжижение костной ткани, кариес зубов.

Главным источником кальция в пище является молоко – 120 мг % и молочные продукты - до 1000 мг %, зернопродукты – 30 мг %, однако кальций, содержащийся в злаковых культурах, трудно усваивается.

Фосфор. Содержится в организме человека то 0,8 до 1,1 % массы, это составляет 600 - 700 г. Усваивается фосфор значительно легче, чем кальций, чаще всего усваивается около 70 % фосфора. Для образования костей используется 80 - 90 % фосфора, остальное количество участвует в различных обменных процессах организма человека: фосфорилирование глюкозы, глицерина, создание буферности в организме.

Фосфорная кислота входит в состав многих комплексных соединений, отличающихся высокой биологической активностью, например: нуклеопро-теиды, фосфопро-теиды, фосфолипиды.

Главным источником фосфора являются молоко – 90 мг % и молочные продукты – до 500 мг %, мясо - 180 мг %, рыба – 250 мг %, зернопродукты – 200 мг %.

Магний. Содержится в организме человека в количестве 25 г. Из этого количества 70 % находится в связанном состоянии с кальцием и фосфором, образуя основу костной ткани. Около 50 % магния усваивается организмом из пищи. Факторы, нарушающие адсорбцию кальция, также нарушают всасывание магния (избыточное содержание в пище липидов, солей фосфора, кальция).

Ионизированный магний участвует в процессах углеводного, белкового, фосфорного обменов. Он входит в состав ряда ферментов, участвующих в гликолитическом расщеплении глюкозы, регулируют уровень фосфора в крови. Магний участвует в нормализации возбудимости нервной системы,

стимулирует деятельность кишечника. Снижает риск развития атеросклероза. Содержание магния в сыворотке крови влияет на уровень холестерина.

Магний широко распространен в растительных продуктах. Главным источником магния в пище являются: зернопродукты – 80 мг %, бобовые культуры – 100 мг %. Овощи и фрукты, мясо, яйца, рыба, молочные продукты сравнительно бедны магнием – 10-30 мг %.

Натрий. В организме человека содержится 115 г натрия. Около трети этого количества находится в костной ткани в виде неорганических соединений. Остальные 66 % натрия содержатся во внеклеточных жидкостях организма в виде ионов. Натрий влияет на буферность крови, играет важную роль в поддержании осмотического давления внеклеточной жидкости, участвует в поддержании рН крови. Содержание натрия в крови составляет 310-340 мг %.

Натрий улучшает работу мышц, быстро усваивается из пищи (около 95 %). Естественное содержание натрия в пищевых продуктах незначительно и в организм поступает в основном за счет поваренной соли. С солью человек ежедневно потребляет 4000 мг натрия.

В молоке содержится 50 мг % натрия, в мясе и рыбе – 70 мг %.

Калий. Калий тесно связан с физиологией водного обмена организма человека. В организме калия содержится 250 мг %, он находится преимущественно внутри клеток, способствует нервно-мышечной деятельности, улучшает работу мышц.

Калий легко усваивается организмом из пищи. Постоянным источником калия в пище человека является картофель – 570 мг %. Очень богаты калием также сухофрукты - 1000 мг %, бобовые культуры – 800 мг %, значительно меньше калия в овощах и фруктах, крупах – 200 - 300 мг %.

Хлор. Хлор составляет около 3 % всех минеральных веществ организма человека. Хлориды хорошо усваиваются организмом человека. Анионы хлора вместе с ионами калия и натрия играют важную роль в поддержании осмотического давления внеклеточной жидкости, участвует в поддержании рН крови. Важную роль играет хлор в пищеварении, в виде соляной кислоты он обеспечивает необходимую кислую среду в желудке для активации пищеварительных ферментов, например пепсина. Содержание хлора в пищевых продуктах незначительно.

Основная потребность в хлоре удовлетворяется за счет поваренной соли. В овощах, молоке, мясе содержится 50 - 150 мг %.

Сера. Находится в организме в виде неорганических сульфатов и органических соединений - серосодержащие аминокислоты, сульфолипиды и др. Сера является важным структурным компонентом некоторых витаминов: тиамин, биотин, липолиевая кислота, входит в состав гормонов, ферментов. Сера активно участвует в белковом обмене, в тканевом дыхании и энергетическом обмене, способствует выведению из организма токсических веществ.

Совместно с витаминами С и Е оказывает антиоксидантное действие, совместно с цинком и кремнием определяет состояние волос и кожи.

Основными источниками серы являются продукты животного происхождения. Сыр содержит серы 260 мг %, яйцо – 200 мг %, мясо и рыба – 220 мг %, бобовые культуры – 220 мг %, в зернопродуктах содержится всего 70 мг %.

Железо. В организме содержится 3 - 4 г железа, около 73 % из них входит в состав гемоглобина. Железо входит в состав окислительных ферментов и обеспечивает перенос кислорода, тканевое дыхание.

С пищей усваивается 10-30 % железа так как в продуктах железо находится в трехвалентной форме, а для усвоения необходим переход железа в двухвалентное. Присутствию витамина С, солей кальция способствует переходу трехвалентного железа в двухвалентное. Недостаточность железа в организме проявляется анемией.

Основным источником железа в организме являются: субпродукты и мясо – 3 - 5 мг %, зернопродукты - 4 мг %, бобовые культуры - 9 мг %.

Медь. Находится в организме человека в количестве 150 мг. Совместно с железом медь участвует в процессах кроветворения и тканевого дыхания, входит в состав окислительно-восстановительных ферментов, участвует в синтезе гемоглобина, эритроцитов, ускоряет усвоение железа, стимулирует действие гормонов.

Медь содержится в растительных и животных продуктах в незначительном количестве. В говяжьей печени содержится 2 мг % меди, в рыбе – 0,6 мг %.

Йод. В организме взрослого человека находится около 25 мг йода, из которых половина сосредоточена в щитовидной железе. Основное физиологическое значение йода заключается в участии образования гормона щитовидной железы – тироксина. В процессе технологической переработки теряется 20 - 60 % йода.

Основным источником йода являются продукты моря: морская капуста, рыба - 50 мкг %, рыбий жир – 770 мкг %. В мясе содержится йода всего 10 мкг %, в овощах – 10 мкг %. Обогащение продуктов питания йодом необходимо для профилактики заболеваний гипертонической и зубной болезней, атеросклероза.

Марганец. Содержится в организме главным образом в печени и почках, общее количество марганца составляет 10 мг. Организм трудно усваивает марганец, он плохо всасывается в кишечнике. Усвояемость марганца составляет 37-63 %.

Основное биологическое значение марганца заключается в его активном участии в окислительно-восстановительных реакциях, он активизирует некоторые ферменты, участвует в образовании костной и соединительной ткани. Марганец стимулирует процессы роста, усиливает действие инсулина, вместе с железом и медью играет существенную роль в кроветворении.

Основные источники марганца это растительные продукты: зернопродукты и бобовые культуры - 400 - 1000 мкг %, зеленные культуры, свекла -

200 мкг %, а продукты животного происхождения бедны марганцем, в мясе содержится 50 мкг %.

Кобальт. Является составной частью витамина В12. Он стимулирует процессы кроветворения, активизируя образование гемоглобина и эритроцитов, оказывает влияние на обмен веществ. Кобальт в организме усваивается в форме витамина В12.

Источником кобальта в пищевых продуктах являются продукты, богатые витамином В12: печень, бобовые культуры, ягоды, свекла.

Цинк. Содержится в организме человека в количестве 2 г. Основное биологическое значение его заключается в участии в процессах дыхания, в поддержке кислотно-щелочного равновесия, повышает интенсивность распада липидов в организме, входит в состав инсулина и влияет на углеводный обмен, способствует росту организма.

Продукты растительного происхождения содержат 1-10 мг % цинка, наиболее богаты им зерновые культуры - 4 мг %, бобовые культуры – 3 мг %, мясо - 3 мг %, печень – 5 мг %, яичный желток – 9 мг %.

Фтор. Играет важную роль в формировании зубной эмали, в образовании костей, нормализует фосфорно-кальциевый обмен. В среднем из пищи усваивается 35 % фтора, а из воды усваивается 64 % фтора. Поступление фтора в организм определяется преимущественно содержанием его в питьевой воде. Оптимальной считается концентрация фтора в воде - 0,5 - 1,2 мг/дм³.

Содержание фтора в продуктах составляет 0,02 - 0,05 мг %, больше фтора в морепродуктах, в рыбе – 500 мкг %. Для профилактики кариеса зубов используют зубные пасты с добавлением фтора, в виде неорганических соединений, в концентрациях около 1 г/кг.

Никель. Участвует в процессах кроветворения, влияет на функцию поджелудочной железы, усиливает образование инсулина. Синтетические соединения никеля токсичны для человека.

Никель содержится в морепродуктах - 5 - 10 мкг %, в субпродуктах, в овощах и фруктах содержится 5 -10 мкг %, в зерновых культурах - 30 - 80 мкг %. Суточная потребность в никеле составляет от 200 до 900 мкг.

Хром. Участвует в основном в обмене углеводов, а также липидов и аминокислот. Хром считают глюкозо-толерантным фактором (Glucose Tolerance Factor), он облегчает усвоение глюкозы.

Хром имеет важное значение, в профилактике легких форм диабета, атеросклероза. Человек усваивает трехвалентный хром через желудочно-кишечный тракт и дыхательные пути. Шестивалентная форма хрома токсична для человека.

Пищевым источником хрома является печень – 10 – 80 мкг %, хром содержится в пивных дрожжах.

Селен. Участвует в деятельности сердечно-сосудистой системы, регулирует деятельность клеточных мембран, участвует в синтезе гормонов щитовидной железы, то есть способствует усвоению йода. Селен повышает ан-

тиокислительную активность витамина Е. При недостатке селена особенно страдает сердечно-сосудистая система, это проявляется прогрессирующим атеросклерозом и слабостью сердечной мышцы. Селен активизирует иммунную систему, является детоксикантом.

Пищевым источником селена являются зернопродукты - 200 мкг %. Селен обнаружен в зеленом китайском чае. Суточная потребность человека в важнейших микро и макроэлементах представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Суточная потребность человека в минеральных веществах

Минеральные вещества	Ед. измерения	Суточная потребность
Кальций	Мг	800
Фосфор	Мг	1200
Магний	Мг	400
Натрий	Мг	2000
Калий	Мг	3000
Хлор	Мг	1000
Сера	Мг	1000
Железо	Мг	14
Медь	Мг	2
Йод	Мкг	100
Марганец	Мг	5
Кобальт	Мкг	100
Цинк	Мг	20
Фтор	Мг	1
Молибден	Мкг	200
Хром	Мкг	150
Селен	Мкг	70
Никель	Мкг	900

При переработке пищевого сырья, как правило, происходит уменьшение минеральных веществ, кроме добавления пищевой соли. В растительных продуктах они уходят с отходами.

Так, содержание макро- и особенно микроэлементов при получении крупы и муки при переработке зерна снижается, так как в удаляемых оболочках и зародышах этих компонентов находится больше, чем в целом зерне. При зачистке овощей и картофеля теряется от 10 до 30 % минеральных веществ. Если их подвергают тепловой кулинарной обработке, то в зависимости от технологии (варка, жарка, тушение) теряется еще от 5 до 30 %.

Мясные и рыбные продукты в основном теряют такие макроэлементы, как кальций и фосфор при удалении мякоти от костей. При тепловой кулинарной обработке в зависимости от технологии (варка, жарка и т. д.) мясо теряет от 5 до 50 % минеральных веществ. Однако если обработку вести в при-

сутствии костей, содержащих много кальция, то возможно до 20 % увеличения в мясных полуфабрикатах содержания кальция.

В процессе технологии за счет недостаточно качественного оборудования могут переходить в конечный продукт некоторое количество микроэлементов. Так, при изготовлении хлеба при тестоприготовлении за счет оборудования содержание железа может увеличиваться на 30 %. Этот процесс нежелательный, так как одновременно с железом в продукт могут переходить и токсические элементы, содержащиеся в металле.

Следует учесть, что ряд тяжелых металлов, таких как железо и медь, даже в небольших концентрациях, лежащих ниже ПДК, могут вызвать нежелательное окисление продукта. Их каталитические окислительные способности особенно ярко проявляются в отношении жиров и жировых продуктов. Так, например, при длительном хранении сливочного масла и маргарина эти металлы вызывают почернение.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Минеральные вещества. Макро- микроэлементы.
2. Причины нарушения обмена минеральных веществ.
3. Соотношение минеральных элементов в природе и организме человека.
4. Определите минеральные элементы: жизненно необходимые, условно необходимые и малоизученного действия.
5. Макроэлементы. Функции макроэлементов в организме человека. Суточная потребность в них.
6. Оптимальное соотношение кальция и магния, кальция и фосфора в суточном рационе человека.
7. Микроэлементы, их функции в организме человека. Суточная потребность в них.
8. Биологическая роль микроэлементов: железа, йода, селена, цинка.
9. Биологическая роль микроэлементов: меди, хрома, марганца, кобальта.
10. Влияние минеральных веществ на устойчивость пищевых систем при производстве пищевых продуктов.
11. Значение минеральных веществ в оценке биологической безопасности пищевых продуктов.
12. Перечислите минеральные вещества, которые обеспечивают постоянство осмотического давления в организме.
13. Какие элементы относятся к токсичным?
14. Потери минералов при переработке.
15. Назовите продукты, богатые отдельными минеральными веществами.
16. Методы определения минеральных веществ в пищевых продуктах
17. Виды технологической обработки сырья, ведущие к потерям минеральных веществ.
18. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами.

ТЕМА 7. ХИМИЯ ЦВЕТА, ВКУСА И ЗАПАХА. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ, ФОРМИРУЮЩИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТА

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Химическая природа веществ, определяющих вкус, запах и цвет пищевых продуктов. Классификация. Факторы, влияющие на вкусо- аромато- и цветообразование продуктов питания. Общая характеристика веществ, определяющих вкус, запах и цвет пищевых продуктов. Пищевые добавки. Классификация пищевых добавок. Показатели допустимости применения. Классификация пищевых красителей: натуральные, идентичные натуральным, синтетические. Важнейшие пищевые природные красители: хлорофилл, каротиноиды, антоцианы, куркумины. Пищевые красители, разрешенные в России. Запрещенные в России красители. Цветоредуцирующие (цветокорректирующие) вещества. Ароматизаторы. Классификация пищевых ароматизаторов: натуральные, идентичные натуральным, синтетические. Предлагаемые к использованию формы пищевых ароматизаторов: эссенции, эфирные масла, порошки. Вкусовые вещества: приправы, пряности, дубильные вещества. Подсластители: классификация, применение. Сахаристые крахмалопродукты. Искусственные подсластители: тауматамин, сахарин, цикломат, аспартам. Регуляторы кислотности: пищевые кислоты. Пищевые добавки, усиливающие и модифицирующие вкус и аромат.

Теоретическая часть

Вопросы пищевой ценности и пищевой безопасности напрямую связаны с использованием пищевых добавок, которые в последние годы широко внедряются как в пищевых производствах, так и в сети общественного питания.

Потребитель обязательно должен получать информацию о присутствии в продукте пищевых добавок. При товароведной оценке импортных продовольственных товаров следует обращать внимание на вид вносимых добавок, так как не все они разрешены к использованию в нашей стране.

Пищевые добавки – химические вещества и природные соединения, сами по себе не употребляемые как пищевой продукт или обычный компонент пищи. Они преднамеренно добавляются для достижения необходимого технологического эффекта.

В зависимости от цели использования добавки можно разделить на три основные группы:

1. Добавки, добавляемые для улучшения органолептических характеристик продукта;

2. Добавки, добавляемые для улучшения технологических свойств сырья и продуктов;

3. Добавки, добавляемые для сохранения природных качеств продукта и увеличения стойкости его при хранении.

К пищевым добавкам не относят соединения, повышающие пищевую ценность продуктов питания, например, витамины, микроэлементы, аминокислоты.

Согласно системе цифрового кодирования пищевых добавок, их классификация выглядит следующим образом:

- E100 – E182 – красители;
- E200 – E299 – консерванты;
- E300-E399 – антиокислители;
- E400-E499 – стабилизаторы консистенции (E450 и далее, E1000 – эмульгаторы);
- E500-E599 – регуляторы кислотности, разрыхлители;
- E600-E699 – усилители вкуса и аромата;
- E700-E800 – запасные индексы;
- E900-E999 – глазирующие агенты.

При применении добавок актуальным становится вопрос об их безопасности для организма человека. Поэтому количество потребляемых добавок с пищевыми продуктами регламентируется. При этом учитываются следующие показатели:

ПДК (мг/кг массы тела) – предельно допустимая концентрация вредного вещества (пищевой добавки) в продукте;

ДСД (мг/кг массы тела) – допустимая суточная доза;

ДСП (мг/кг массы тела) – допустимое суточное потребление (рассчитывается как произведение ДСД на среднюю величину массы тела – 60 кг).

В Российской Федерации возможно применение только тех добавок, которые имеют разрешение Госсанэпиднадзора России, приведенных в Санитарных правилах и нормах (СанПиН).

К веществам улучшающие органолептические характеристики продуктов относятся *пищевые красители, ароматические вещества, подсластители и др.*

Пищевые красители – органические вещества, добавляемые для улучшения цвета продукта. Потребность в окраске пищевых продуктов объясняется привычками потребителей, а так же особенностями переработки сырья, в ходе которой продукт может потерять свою естественную окраску и привлекательность. Красители могут быть как природные (натуральные), так и искусственного происхождения.

Наиболее широко их применяют при производстве кондитерских изделий, напитков, маргарина, некоторых видов консервов и т.п.

Природные красители получают из натуральных продуктов (плодов, овощей, насекомых). Они чувствительны к действию кислорода воздуха,

кислот, щелочей, температуры и могут подвергаться микробной порче. К ним относят такие красители:

- *хлорофилл* - зеленый пигмент растений (салат, зеленый лук, укроп и т.д.), который состоит из сине-зеленого «хлорофилла а» и желто-зеленого «хлорофилла в». Для извлечения хлорофилла используют петролейный эфир со спиртом;

- *каротиноиды* – растительные красно-желтые пигменты, обеспечивающие окраску некоторых овощей и фруктов (моркови, абрикосов). Они не растворимы в воде, растворимы в жирах и органических растворителях. Каротиноиды применяются для окраски и витаминизации маргаринов, майонезов, кондитерских и хлебобулочных изделий, безалкогольных напитков;

- *линолин* – красный пигмент томатов, шиповника;

- *ксантофил* – желтый пигмент яблок;

- *хлористый цианин* – содержится в вишне, бруснике, чернике; - *бетанин* – в столовой свекле;

- *флавоновые пигменты* – желтого или оранжевого цвета, содержатся в чешуйках лука, в кожуре яблок;

- *сахарный колер (карамель)* — темно-окрашенный продукт карамелизации сахара. Его водные растворы представляют собой темно-коричневую жидкость с приятным запахом. Применяют для окраски напитков, кондитерских изделий, в кулинарии.

Кармин (E120) – красный краситель из тела насекомого кошенели. Краситель устойчив к нагреванию, действию кислорода и света. Применяется в кондитерской, безалкогольной промышленности. –

Куркумины (E100) – желтые природные красители, получают из многолетних травянистых растений семейства имбирных. Используют в виде спиртового раствора, так как он плохо растворяется в воде.

Энокраситель (E163H) получают из выжимок красных сортов винограда и ягод бузины в виде жидкости интенсивно красного цвета. В его состав входит смесь соединений, в том числе антоцианов и катехинов. В подкисленной среде энокраситель придает красную окраску, в нейтральной и слабощелочной – синий оттенок.

В последнее время начали использовать в качестве желтых, розово-красных красителей пигменты, содержащиеся в соке кизила, красной и черной смородины, клюквы, брусники, в состав которых входят антоцианы; пигменты чая, содержащие антоцианы и катехины.

Синтетические красители обладают следующими преимуществами перед натуральными: большая интенсивность окраски, менее чувствительны к воздействиям, более дешевые. Из синтетических красителей, разрешенных к применению, используют следующие:

- *индигокармин* (динатриевая соль индигодисульфокислоты) – синего цвета, применяется в кондитерской промышленности, в технологии безалкогольных напитков;

- *тартразин желтый* – натриевая соль азокрасителя. Тартразин хорошо растворим в воде, образует растворы оранжево-желтого цвета. Используют в кондитерской промышленности, при производстве напитков, мороженого; ультрамарин – синего цвета.

В России запрещены к использованию следующие красители:

- *цитрусовый красный 2 – E 121* и *красный амарант – E 123*.

Синтетические красители применяются в виде индивидуальных продуктов, а так же разбавленных наполнителями (глюкоза, поваренная соль, крахмал и др.).

Цветоредуцирующие вещества – изменяют окраску продукта в результате взаимодействия с компонентами сырья и готовых продуктов. Среди них необходимо отметить *отбеливающие вещества* — добавки, разрушающие природные пигменты или окрашенные соединения, образующиеся при получении пищевых продуктов. Например, нитрит и нитрат калия применяют при обработке (посоле) мяса и мясных продуктов для сохранения красного цвета.

Миоглобин мяса при взаимодействии с нитритами образует нитрозомиоглобин, который придает мясным изделиям цвет красного соленого мяса и не изменяется при кипячении.

Бромат калия применяют в хлебопекарной промышленности для отбеливания муки.

Применение *диоксида серы* оказывает отбеливающие и консервирующие действие, тормозит потемнение свежих овощей.

Ароматические вещества (ароматизаторы) – обуславливают аромат пищевых продуктов. В образовании аромата большинства пищевых продуктов участвуют более 200 соединений.

В плодах, овощах, пряностях ароматические вещества содержатся в виде эфирных масел, в других продуктах они образуются в результате обработки сырья, в кондитерские изделия, напитки и др. продукты их специально добавляют.

Натуральные ароматизаторы – извлекают физическими способами (экстракцией, дистилляцией) материалов. Как правило, они являются слабыми и нестабильными.

Чаще всего используют *ароматизаторы идентичные натуральным*, которые получают в лаборатории, но по своему химическому составу, строению они соответствуют натуральному.

Искусственные ароматизаторы – содержат, по меньшей мере, одно вещество, которого не существует в природе. Они характеризуются стабильностью, интенсивностью аромата и дешевизной.

Ароматизаторы могут выпускать в виде жидкостей (эссенций), эфирных масел и порошков. Эссенция – это смесь более 15-ти натуральных или искусственных душистых веществ. Смесь эфирных масел – это смесь альдегидов, кетонов, спиртов, кислых фенолов и других веществ.

Много эфирных масел содержится в кожуре лимонов, апельсинов, в семенах укропа, тмина, кориандра, в листьях петрушки, сельдерея. .

Подсластители (заменители сахара) – придают продуктам сладкий вкус. Замена сахара может быть такой же сладкой, как сахар, или отличаться от него по сладости. Благодаря отсутствию глюкозы в подсластителях их можно использовать при производстве продуктов для больных сахарным диабетом.

В качестве *натуральных подсластителей* используют мед, солодовый экстракт, лактозу. Природные подсластители по сладости сравнимы с сахаром или уступают ему.

В качестве *искусственных подсластителей*, которые, как правило, слаще сахара, применяют *сахарин* - в 300 раз слаще сахара, *цикламат* – в 50 раз, *тауматин* – в 3000 раз.

Мед – продукт переработки цветочного нектара медоносных цветов пчелами. Обладает приятным вкусом и запахом. Состав, цвет и аромат меда во многом определяются растениями, с которых был получен нектар пчелами. Содержит 75 % моно- и дисахаридов, в том числе 40% фруктозы, 35% глюкозы и 25 сахарозы, крахмала 5,5%. Из витаминов (мг на 100 г): С-2, фолатин 15 (мкг), в незначительном количестве В2, В1. Используют мед в питании и в качестве лекарства, а также в пищевой промышленности, при изготовлении напитков.

Солодовый экстракт – водная вытяжка из ячменного солода- представляет собой смесь из моно- и олигосахаридов (глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза), белков, минеральных веществ, ферментов. Содержание сахарозы достигает 5%. Применяют в кондитерской промышленности, при изготовлении продуктов детского питания.

Лактоза – молочный сахар используют в детском питании. Среди многоатомных спиртов широкое применение подсластителей нашли *сорбит и ксилит*. Сладость ксилита и сорбита по сравнению с сахарозой составляет 0,85 и 0,6 соответственно. Они полностью усваиваются организмом.

Ксилит оказывает положительное действие на состояние зубов, увеличивает выделение желудочного сока и желчи.

Из синтетических веществ применение находит *сахарин* – белое кристаллическое вещество с температурой плавления 228 °С, слаще сахарозы в 300-500 раз. Используется при производстве пищевых продуктов для больных диабетом, напитков, жевательной резинки. *Цикломаты* - соединения с приятным сладким вкусом, без привкуса горечи, хорошо растворимы в воде. Сладость в 30 раз выше, чем у сахарозы. Используют в кондитерской промышленности и при производстве напитков. В состав *аспартама* входят остатки аспарагиновой и фенилаланиновой аминокислот.

В процессе получения пищевых продуктов в присутствии влаги и при повышенной температуре, *аспартам* частично превращается в дикетопиперазин. Он удобен для подслащивания пищевых продуктов, которые не требуют тепловой обработки, а также продуктов лечебного назначения.

Фенольные вещества играют важную роль в формировании вкуса и цвета пищевых продуктов, участвуют в окислительно-восстановительных

реакциях. Большое разнообразие фенольных веществ, связано с тем, что они являются вторичными продуктами обмена веществ в растениях. К фенольным веществам относятся *катехины*, *лейкоантоцианы*, *флавонолы*, *дубильные вещества*.

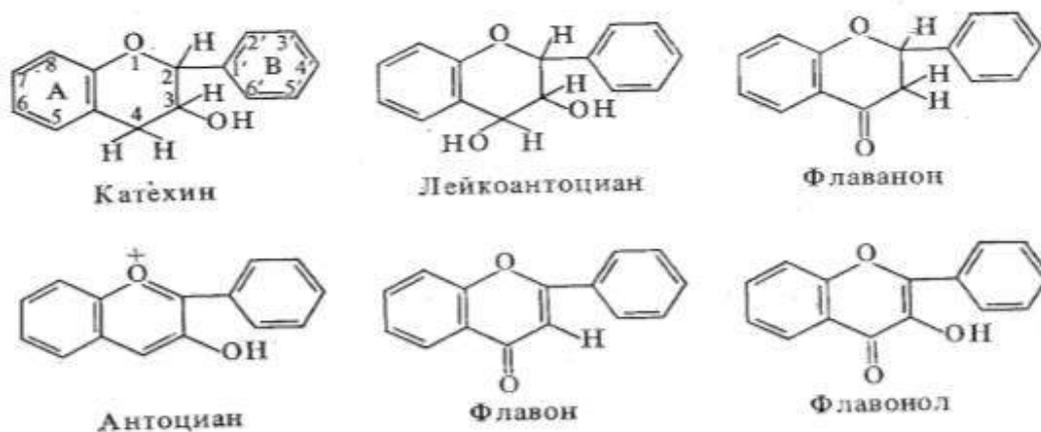
Катехин способен образовывать сложные эфиры с галловой кислотой и в таком виде является составной частью дубильных веществ. Катехин образует Р-витамин при взаимодействии с углеводами. Богат катехином чайный лист, много содержится в яблоках, клюкве, бруснике.

Лейкоантоциан образует Р-витамин, в кислой среде переходит в антоциан, но в отличие от последнего, бесцветен, входит в состав дубильных веществ. В облепихе, черной смородине, крыжовнике, винограде содержится 200-250 мг % лейкоантоцианов.

Антоциан является основным красящим веществом растений, с ионами металлов образует соединения синего цвета, а с кислотами – красного. Чаще антоцианы встречаются в виде гликозидов или Р-витаминов. Антоцианы способны связывать ионы тяжелых металлов и радиоактивных веществ и выводить их из организма. Особенно много антоцианов в черноплодной рябине – 5000 мг%. Значительное количество антоцианов обнаруживается в темноокрашенных плодах и ягодах: в черной смородине – 600 мг %, в вишне – 250 мг %, в клюкве – 380 мг %.

Флавонолы и флавоны являются желтыми красящими веществами. В природе существует около 120 разновидностей флавонолов и флавонов. Наиболее широко распространен флавонол кверцетин и его гликозид – рутин, имеющий высокую Р-витаминную активность.

Гидролизующиеся дубильные вещества состоят из *галловой и пирокатехиновой кислот*. Они соединены депсидной связью. Гидролиз этих веществ осуществляет фермент танназа, также гидролиз можно провести при интенсивном кипячении в водных растворах. *Конденсированные дубильные вещества* при кипячении в слабокислых растворах подвергаются уплотнению, конденсации.



В состав конденсированных дубильных веществ входят катехины, лейкоантоцианы и их сополимеры, соединенные углерод-углеродной связью. При конденсации большого количества катехинов и лейкоантоцианов обра-

зуются *флорофены* или «красные дубильные вещества». Эти производные дубильных веществ оказывают большое влияние на коллоидную стойкость пива, вина, сока.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Классификация пищевых и биологически активных добавок.
2. Красители: натуральные и синтетические.
3. Натуральные (природные) красители: каротиноиды, гемовые пигменты, антоцианы, флавоноиды и медные комплексы.
4. Пищевые красители, разрешенные в России.
5. Подслащивающие вещества: природные подсластители и сахаристые крахмалопродукты.
6. Ароматизаторы. Источники получения ароматических веществ.
7. Эфирные масла и душистые вещества. Природные источники. Механизм сенсорного восприятия.
8. Вкусовые вещества: приправы и пряности.
9. Усилители и модификаторы вкуса и аромата. Биоантиокислители. Классификация, механизм действия. Имобилизированные ароматизаторы.
10. Синтетические сахарозаменители.
11. Минеральные (неорганические) красители.
12. Физико-химические, биохимические и микробиологические процессы формирования вкуса, запаха и цвета в пищевых продуктах из сырья растительного и животного происхождения.
13. Искусственные подсластители: тауматамин, сахарин, цикломат, аспартам. Общая характеристика. Показатели допустимости применения
14. Пищевые кислоты и их влияние на качество продуктов.
15. Дубильные вещества: химическое строение, устойчивость, применение в пищевых технологиях.

ТЕМА 8. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ, ФОРМИРУЮЩИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, СТРУКТУРНЫЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТА

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Общая характеристика и химическая природа веществ, формирующих физико-химические, структурные и реологические свойства продукта. Загустители и гелеобразователи. Основным представителями: желатин, модифицированные крахмалы, целлюлоза, пектины, полисахариды морских водорослей и др. Классификация загустителей полисахаридной природы. Модифицированный крахмал. Основные виды модифицированных крахмалов. Альгинаты, агар-агар и каррагинаны. Эмульгаторы. Химическое строение эмульгаторов – по-

верхностно-активных веществ (ПАВ). Механизм снижения поверхностного натяжения на границе раздела фаз. Гидрофильно-липофильный баланс (число ГЛБ). Основные виды пищевых ПАВ. Натуральные эмульгаторы. Синтетические пищевые ПАВ глицеридной природы. Пенообразователи. Консерванты: требования к применению. Важнейшие консерванты, разрешенные в России. Пищевые антиокислители: натуральные и синтетические. Ферментные препараты. Примеры применения ферментов.

Теоретическая часть

Вещества, изменяющие консистенцию. Для придания продуктам желаемой консистенции, ее улучшения и стабилизации применяются загустители, желе- и студнеобразователи, эмульгаторы и стабилизаторы.

Консистенцию продуктов изменяют также умягчители, пенообразователи, пеногасители и другие поверхностно-активные вещества.

Большинство этих веществ натурального происхождения; как правило, они являются естественными компонентами пищевых продуктов.

Принцип и механизм действия добавок основан на изменении коллоидных систем пищевого продукта.

В химическом отношении вещества, влияющие на консистенцию пищевых продуктов, как правило, инертны, и поэтому на изучение их токсичности обращали меньше внимания, чем на другие пищевые добавки (например, красители). Однако токсикологическая оценка многих перечисленных выше добавок все же проводится, так как их добавляют к пищевым продуктам в значительно большем количестве, чем другие. Установлено, что относительно высокие концентрации добавок, изменяющих консистенцию, влияют на процессы пищеварения, могут изменять характер всасывания как пищевых веществ, так и посторонних примесей. Предъявляются определенные требования к наличию загрязнителей и посторонних примесей в пищевых добавках, при этом учитываются характер обработки пищевого продукта, технологические особенности производства пищевых добавок.

Загустители и студнеобразователи. Загустители образуют с водой высоковязкие растворы, а студнеобразователи и желирующие средства - гели. В обоих случаях вода оказывается связанной, так как в коллоидной системе она теряет свою подвижность и изменяет консистенцию пищевого продукта. В химическом отношении обе группы очень схожи. В обоих случаях это макромолекулы, в которых равномерно распределены гидрофильные группы. С этими группами вступает во взаимодействие вода из окружающей среды. У студнеобразователей возможно обменное взаимодействие с неорганическими ионами (водорода, кальция) и т.п. Четкого разграничения между этими двумя группами нет.

Загустители и студнеобразователи делятся на натуральные, полусинтетические и синтетические.

Натуральные загустители - это вещества растительного происхождения, за исключением желатина. К ним относятся растительные камеди и слизи из "ирландского мха" (каррагена), ятрышников (салепы), семян льна и айвы, рожкового дерева, астрагала, аравийской акации, а также агар и пектин.

Полусинтетические загустители относятся также к веществам растительного происхождения, близким к целлюлозе или крахмалу. Это производные натуральных продуктов, физико-химические свойства которых изменены в желаемом направлении путем введения в них определенных функциональных групп. К ним относятся метилцеллюлоза, этилцеллюлоза (этоксоза), карбоксиметилцеллюлоза (например, ультранабухающая целлюлоза, фондин, целлин), амилопектин.

Синтетические загустители - это водорастворимые поливиниловые спирты или эфиры, полиакрилэфиры.

Натуральные и полусинтетические загустители допускаются в производстве пищевых продуктов в ограниченном количестве. Синтетические загустители применяются только в производстве косметических изделий.

Рассмотрим основные загустители и студнеобразователи (простые эфиры целлюлозы, модифицированные крахмалы, пектины, альгиновую кислоту и др.)

Простые эфиры целлюлозы. В качестве пищевых добавок широко применяются метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, оксипропилцеллюлоза, гидроксипропилметилцеллюлоза. Они применяются при изготовлении соусов, рыбных паштетов, мороженого и т.п. Кроме того, они ускоряют кристаллизацию сахара в производстве кондитерских изделий и осветляют мутные растворы и напитки.

Дневной суммарный прием с пищей всех производных целлюлозы не должен составлять более 25 мг на один килограмм массы тела. С точки зрения гигиены пищевых продуктов эти вещества безвредны, потому что эфиры целлюлозы проходят пищевой тракт и выделяются без изменения.

На основе целлюлозы изготавливается микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ). МКЦ - это частично гидролизованная кислотой целлюлоза, применяется в пищевой промышленности как наполнитель. МКЦ не переваривается, и относительно большие частицы остаются в системе кровообращения и могут раздражать и даже повреждать стенки кровеносных сосудов, особенно капилляров. Поэтому в настоящее время МКЦ применяется в производстве пищевых продуктов в ограниченном количестве.

Модифицированные крахмалы. В пищевой промышленности в качестве загустителей и студнеобразователей применяются нативный крахмал и частично расщепленные модифицированные крахмалы. Применяются декстрины; крахмалы, обработанные кислотами, щелочами или ферментами; крахмалы с функциональными группами (ацетилированные); фосфорилированные и окисленные крахмалы; гидрооксипропиловые и другие модификации крахмала.

Применение всех видов крахмалов ограничивается только исходя из технологических соображений изготовления качественных пищевых продуктов. К нативному и модифицированным крахмалам предъявляются различные требования по чистоте. Ограничивается содержание в нативном крахмале диоксида серы и золы (во всех модифицированных крахмалах), мышьяка, марганца (в отбеленных крахмалах), хлористого натрия и карбоксильных групп - в окисленных крахмалах, ацетильных групп - в ацетилированных крахмалах, остатков фосфатов - в фосфорилированных крахмалах.

Альгиновая кислота и ее соли. Альгиновая кислота и ее производные - это полисахариды, полученные из D-ман-нуровой и L-глюкуроновой кислот, соединенные гликозидными связями. Альгиновая кислота не растворяется в воде, но хорошо ее связывает; соли этой кислоты (альгинаты) хорошо растворяются в воде.

Альгинаты применяются в качестве загустителей, желеобразователей и эмульгаторов. В пищевой промышленности их применяют для изготовления фруктовых желе, мармелада, пудингов, мягких конфет, для осветления вин и соков. Кроме того, из них изготавливают защитные покрытия для мясопродуктов, сыров и фруктов. Концентрация альгинатов в пищевых продуктах регламентируется в пределах от одного грамма до 10 г. В соответствии с рекомендациями ФАО-ВОЗ допустимо употреблять альгиновую кислоту и ее соли в пищу без риска для здоровья людей в количестве до 25 мг на один килограмм массы тела (в пересчете на свободную альгиновую кислоту).

Пектины. Пектины - это натуральные вещества, у которых фрагменты D-галактуроновой кислоты соединены гликозидными связями в нитеобразные молекулы. Пектины вырабатывают из фруктов методом кислой или щелочной экстракции или путем ферментативного расщепления. Карбоксильные группы частично этерифицированы метанолом. В зависимости от степени этерификации различают высоко- и низкоэтерифицированные пектины.

Высокоэтерифицированные пектины применяют в количестве 1-5 г на один килограмм продукта для приготовления мармеладов, желе, фруктовых соков, мороженого, рыбных консервов, майонезов, соусов и т.п., а для приготовления творожного крема - до 8 г/кг. Низкоэтерифицированные пектины применяются для производства продуктов с низким содержанием сахара, главным образом овощных желе и паштетов, студней, молочных пудингов и т.п.

В организме человека расщепляется и переваривается до 90% пектинов. Отрицательного воздействия пектинов на здоровье людей не установлено. Пектины могут применяться без количественного ограничения, за исключением амидированных пектинов, у которых часть свободных карбоксильных групп превращена в амиды. Для этих пектинов ПСП составляет до 25 г на один килограмм массы тела.

Агар. Агар представляет собой смесь полисахаридов агарозы и агаропектина и в большом количестве содержится в водорослях. Агар в виде солей кальция или магния встречается во многих красных водорослях, из которых добывается методом экстрагирования водой. Желеобразующая способность агара в 19 раз выше, чем у желатина.

Агар применяют при консервировании мяса и рыбы, в производстве мармелада, кондитерских изделий, пудингов, мороженого и многих сладких блюд в концентрациях до 20 г/кг. В производстве некоторых видов сыра агар применяют как отдельно, так и в сочетании с другими загустителями в количестве до 8 г/кг. Кроме того, агар используется для осветления соков.

Агар является безвредным для организма человека. Его применение разрешено во многих странах.

Карраген ("ирландский мох"). Карраген состоит из полисахаридов, и в виде солей кальция, натрия или калия он входит в состав различных красных водорослей, из которых экстрагируется водой.

Карраген применяется в пищевой промышленности как желирующее средство для мясных и рыбных студней, желе, пудингов, а также изделий из овощей и фруктов в концентрациях 2-5 г/кг. Он может применяться как стабилизатор и эмульгатор при производстве напитков из какао с молоком в концентрации 200-300 мг/л. При приготовлении мороженого добавление каррагена предотвращает образование крупных кристаллов льда.

Гуммиарабик. Гуммиарабик - это полисахарид, в состав которого входит D-галактоза, L-арабиноза, L-рамноза и D-глюкуро-новая кислота. Его добывают из африканских и азиатских видов акаций и применяют в пищевой промышленности при производстве овощных консервов, соусов, кремов и т.п. в качестве стабилизатора и связывающего вещества. Допускается применение его без ограничения, но с учетом технологических особенностей для некоторых видов овощных консервов рекомендовано содержание гуммиарабика 10 г/кг.

Желатин. Желатин - это линейный полипептид без вкуса и запаха, его получают из костей и кожи животных. В производстве мясных изделий желатин применяется при изготовлении зельца, консервированных окороков и т.п. В рыбоперерабатывающей промышленности он используется для приготовления различных соусов и заливок, в кондитерской промышленности - для изготовления фруктовых желе, пудингов, мороженого, жевательной резинки. Кроме того, желатин используется для осветления вина. В пищевых продуктах дозировка желатина колеблется в пределах от 8 до 60 г/кг в зависимости от вида и технологии изготовления. В соответствии с рекомендациями ФАО-ВОЗ желатин применяется без ограничений, но при этом предъявляются требования к его химической и микробиологической чистоте. Например, содержание золы должно быть не более 3,5%, диоксида серы - до 100-125 мг/кг.

В качестве загустителей и эмульгаторов в ряде стран применяют растительные камеди - полисахариды гуаран, трагант, камедь карайи, камедь рожкового дерева и другие. В нашей стране они не нашли применения.

Камеди содержат остатки D-галактозы, D-глюкуроновой кислоты, арабинозы и рамнозы. Являются компонентами клеточных стенок.

Камедь рожкового дерева и гуарана - это полисахариды семян (бобов) рожкового дерева *Ceratonia siliqua*, стручки которого известны под названием цареградских. Эти полисахариды применяются как загустители и эмульгаторы. В их состав входит в основном галактоманнан (галактоза и манноза).

Гуаран - это полисахарид галактоманнон, но в нем преобладает галактоза. Получают из семян индийского растения *Cyamopsis tetragonolobus*. Ограничений по его применению нет.

Трагант (трагакант) - смесь нейтральных и кислых полисахаридов, состоящих из L-арабинозы, D-ксилозы, D-галактозы и галактуроновой кислоты. Добывают из растений вида астрагалус, растущих на Ближнем Востоке. Применяется как связующее вещество для мороженого и как загуститель желе до 20 г/кг.

Камедь карайи - индийский трагант. Получают из дерева стеркулия, произрастающего в Индии.

Эмульгаторы и стабилизаторы. К эмульгаторам относятся вещества, уменьшающие поверхностное натяжение на границе раздела фаз, поэтому их добавляют к пищевым продуктам для получения тонкодисперсных и устойчивых коллоидных систем. С помощью эмульгаторов создают эмульсии жира в воде или воды в жире, а также аэрозоли при получении дисперсности в газовой фазе. Эти вещества могут вызывать образование пены или предупреждать вспенивание, придавать изделию эластичность.

Стабилизаторы имеют такой же принцип действия, как и эмульгаторы; применяются для стабилизации уже приготовленных гомогенных систем или для увеличения степени гомогенизации смесей. Поверхностная активность стабилизаторов обычно меньше, чем у типичных эмульгаторов.

В зависимости от вида гидрофильных групп различают ионогенные и неионогенные эмульгаторы. В соответствии с электрическим зарядом ионогенные гидрофильные группы разделяют на анионо- и катионоактивные эмульгаторы.

Для пищевых продуктов применяются неионогенные поверхностноактивные эмульгаторы и стабилизаторы. Из анионоактивных веществ только незначительное число件годно для пищевых продуктов. Большинство анионоактивных соединений используется в качестве моющих и очищающих средств. Катионоактивные вещества, как правило, не используются в пищевых продуктах, за исключением лецитина, содержащего как анионную группировку (остаток фосфорной кислоты), так и катионную (четвертичное аммониевое основание).

В основном пищевые поверхностно-активные вещества (ПАВ) представляют собой производные одно- и многоатомных спиртов, моно- и дисахаридов, структурными компонентами которых являются остатки различных кислот, в основном органических. Обычно в пищевой промышленности в качестве ПАВ применяются не индивидуальные вещества, а многокомпонентные смеси, а название препарата соответствует основному компоненту.

Например: лактоэфир, ацилированный моноглицерид, малат-эфир, эфиры сахарозы, эфиры сорбита, сукцинаты, тартраты, цитраты, ацетилцитраты, стероилмолочная кислота, натрийстелат, кальцийстелат (кальциевая соль стеароилмолочной кислоты) и др.

Лецитины являются смесью фосфатидов и состоят из двух жирных кислот, фосфорной кислоты, глицерина и холина. Получают их, в основном, из растительных масел (соевого или рапсового) и применяют в качестве эмульгаторов. Они применяются при изготовлении маргарина, шоколада, некоторых видов кондитерских изделий, сиропов и жировых эмульсий в концентрациях 1-5 г/кг. В некоторых странах для производства шоколада используют аммониевую соль фосфотидной кислоты как производную лецитина (эмульгатор YN).

С физиологической точки зрения лецитины не являются посторонними веществами, так как они входят в состав основных продуктов питания (яичного желтка, пищевого масла и др.) как неотъемлемая составная часть клеток. Поэтому экспертный комитет ФАО-ВОЗ по пищевым добавкам не счел необходимым устанавливать ПСП лецитинов в качестве добавок к пищевым продуктам. Однако сами лецитины способны быстро окисляться, так как содержат ненасыщенные жирные кислоты. В связи с этим существуют рекомендации по критериям чистоты лецитина: содержание свободных жирных кислот не должно превышать 4% (в пересчете на олеиновую кислоту), золы - не выше 7%, перекисное число должно быть не выше 10%.

Величина ПСП для эмульгатора YN - до 15 мг на один килограмм массы тела.

Моно- и диглицериды. Сложные моно- и диэфиры жирных кислот и глицерина (1-моноглицерид, 1,2-диглицерид, ацелированный 1-моноглицерид) являются хорошими эмульгаторами при изготовлении кондитерских изделий, молочных напитков и маргарина в концентрациях 1-5 г/кг.

Моно- и диглицериды, ацелированные или этерифицированные какой-либо другой органической кислотой (винной или лимонной), обладают не только эмульгирующими, но и стабилизирующими и антиокислительными свойствами. Их можно применять в качестве съедобных защитных покрытий для сыра, орехов, фруктов и мяса

Экспертный комитет ФАО-ВОЗ по пищевым добавкам разрешает применение моно- и диглицеридов, а также эфиров уксусной, лимонной, винной и молочной кислот. Для моно- и диглицеридов диацетилвинной кислоты установлен ПСП до 50 мг на один килограмм массы тела. Для пищевых

масел концентрация моно- и диглицеридов составляет 20 г/кг, для маргарина - 10 г/кг, для молочного порошка - до 2,5 г/кг.

Сложные эфиры жирных кислот, сахара и сорбита. Создана группа эмульгаторов с широким диапазоном поверхностно-активных свойств, представляющая собой этерифицированные жирными кислотами сахара (сахароза, глюкоза) и сорбиты. Их комбинируют с полиоксиэтиленами, получая при этом эмульгаторы с измененными эмульгирующими свойствами. Наиболее широко распространены эмульгаторы этой группы спены и твины.

Спены - это сложные эфиры жирных кислот с сорбитами, а твины - это соединения полиоксиэтиленов со спенами. *Твины* - это спенэмульгаторы; применяются при изготовлении жировых эмульсий, шоколада, печенья, других кондитерских изделий, мороженого из сухого молока, яичного и какао порошков, а также для улучшения растворимости кофе.

Полиоксиэтилены можно использовать для стабилизации пивной пены, а также для защитных пленок таблетированных пищевых продуктов. Сложные эфиры сахара, сорбита и жирных кислот не представляют опасности в токсикологическом отношении, но они не должны содержать растворителей.

Для сложных эфиров сорбита и жирных кислот (монопальмитата, моностеарата и тристеарата), а также для сложных эфиров полиоксиэтиленсорбата и жирных кислот (монолаурата, моноолеата, моностеарата и тристеарата) установлен ПСП до 25 мг на один килограмм массы тела; для сложных эфиров сахарозы, сахароглицеридов и жирных кислот - 2,5 мг на один килограмм массы тела. При этом допустимое содержание диметилформамида как остатка растворителя ограничивается 50 мг на один килограмм препарата. Содержание в пищевых жирах сложных эфиров не должно превышать 20 г на один килограмм продукта, в маргарине - 10 г/кг.

Сапонины - это растительные гликозиды, получаемые из корней мыльнянки, сахарной свеклы и наперстянки. С теплой водой они образуют сильно пенящиеся коллоидные растворы с высокой поверхностной активностью. Их разрешено добавлять в мороженое и как стабилизатор пены во взбитые сливки, газированные напитки и пиво.

В пищевой промышленности в качестве стабилизаторов и эмульгаторов используют свободные жирные кислоты (олеиновую, пальмитиновую, стеариновую и др.), а также натриевые, калиевые, кальциевые, магниевые, или алюминиевые соли этих кислот в концентрации до 5 г/кг. В качестве стабилизаторов (в основном при приготовлении печенья) применяют алифатические спирты жирного ряда, получаемые в результате гидрирования соответствующих жирных кислот. Чаще всего используются стеариновые и олеиновые спирты, а также их производные (сложные эфиры уксусной, молочной, фумаровой, яблочной, лимонной и других кислот). В качестве эмульгаторов и веществ, предотвращающих кристаллизацию, используют этерифицированные полиглицериды. Для сложных эфиров полиглицеридов жирных кислот установлен ПСП до 25 мг на один килограмм массы тела, за

исключением сложных эфиров рацинолевой кислоты, для которых ПСП составляет не более 7,5 мг на один килограмм массы тела. В пищевых маслах содержание сложных эфиров полиглицерина и полипропиленгликоля не должно превышать 20 г/кг, а в маргарине - 5 г/кг продукта.

На зарубежных рынках широко применяется эмульгатор "Атланта", получаемый методом конденсации изомеризованного соевого масла с ангидридом малеиновой кислоты. В токсикологическом отношении препарат безвреден.

Другие стабилизаторы. В качестве стабилизаторов допущены к применению в пищевых производствах без ограничений карбонаты кальция и магния, окись магния, аморфная двуокись кремния, силикат кальция и алюминия или натрийкальцийалюмосиликат, стеараты, пальмитаты, миристаты, казеинаты и холин. ПСП хелевой или дезоксихелевой кислоты 1,25 мг, оксистеарина - до 25 мг, сульфата меди - до 0,5 мг и ферроцианидов кальция, калия или натрия - до 0,025 мг на один килограмм массы тела.

Применение добавок, изменяющих консистенцию продуктов, регулируется в различных странах, в том числе в РФ, постановлениями или специальными разрешениями органов здравоохранения, государственными стандартами и другими регламентирующими документами.

Конденсированные фосфаты и полифосфаты. В качестве стабилизаторов при производстве многих видов пищевых продуктов используют нейтральные и кислые монофосфаты, дифосфаты, трифосфаты и высшие полифосфаты. Кроме стабилизирующего эффекта эти соединения сохраняют цвет продуктов при некоторых видах обработки.

Применение витамина С в сочетании с полифосфатом натрия (соль Грэхема) позволяет достичь высокой степени стабилизации продукта. Для создания оптимальных условий при экстракции и набухании белков мышечной ткани фосфаты непосредственно добавляют в мясные изделия, например, при производстве колбасы - 0,5% от массы изделия (0,1% в пересчете на фосфор).

Монофосфаты используются в технологических процессах для регулирования величины рН, в производстве кофесодержащих напитков, для стабилизации сгущенного молока и сыра.

Для смягчения питьевой воды к ней можно добавлять до 3 мг на один литр фосфата (в пересчете на фосфор). Полифосфаты улучшают консистенцию, цвет и аромат консервированного окорока. Они предотвращают образование винного камня, осветляют вина (устраняют так называемые металлические помутнения), применяются при производстве мороженого.

Во многих странах разрешена добавка полифосфатов в плавленые сыры, сосиски, печенье, кондитерские изделия, хлебобулочные изделия, в наполнители для шоколадных конфет. Фосфаты являются естественными компонентами пищевых продуктов: молока, сыра, мяса, яиц, зерновых, фруктов. Неорганические фосфаты необходимы для синтеза АТФ, ферментов, фосфолипидов и др.

Одним из основных факторов, определяющих роль фосфатов в пище, является соотношение *кальций:фосфор*. Поэтому при определении предельного количества фосфатов следует учитывать потребление кальция. Экспертный комитет ФАО-ВОЗ по пищевым добавкам рекомендует ПСП всех фосфатов в пределах от 0,1 до 70 мг на один килограмм массы тела. Для различных продуктов предельно допустимое содержание их различно. В молочный порошок разрешается добавлять до 10 г/кг трикальций- и тримагниймонофосфатов. При изготовлении сыров предельное содержание фосфатов составляет 20 г/кг.

Фосфаты могут быть загрязнены следами токсичных элементов и особенно мышьяком. Его содержание не должно превышать 5 мг на один килограмм фосфора.

Силиконы. Эти органические полисилоксановые соединения добавляются к пищевым продуктам для стабилизации суспензии или для предотвращения вспенивания прохладительных напитков при розливе в бутылки, или при производстве жевательной резинки. Их используют также для смазки противней в хлебопекарной промышленности. Силиконы иногда применяют в комбинации с двуокисью кремния. Допускается содержание силоксана в пищевых продуктах от 0,25 до 10,0 мг/кг в зависимости от вида продукта.

Комплексообразующие вещества и осветлители. Наиболее распространенным комплексообразующим веществом является этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА). Она способна образовывать стабильные комплексы с ионами металлов, поэтому в пищевых производствах применяется для связывания следов металлов. Для замедления каталитического действия ионов меди при окислении аскорбиновой кислоты допускается применять динатриевую соль ЭДТА. В пищевой промышленности широко используются соли натрия и натрий-кальция. ЭДТА применяется для осветления вин. Допустимые ПСП для указанных солей ЭДТА составляют до 2,5 мг на один килограмм массы тела.

В качестве осветлителя пива, вина, уксуса и т.п. в концентрациях около 0,1 г/л применяется танин, представляющий неоднородную смесь различных эфиров глюкозы и галловой кислоты. Танин имеет вяжущий вкус, растворяется в этаноле и глицерине, в воде дает коллоидные растворы. Танин связывает белки и выпадает из растворов или суспензий в виде осадка.

Предельный ПСП для танина колеблется от 0,3 до 0,6 мг на один килограмм массы тела.

Для осветления вин применяются фитиновая кислота и ее соли. Фитиновая кислота - это эфир фосфорной кислоты и мезоинозита, встречающийся в растениях в виде солей кальция и магния. Сведений о ее токсичности в литературе нет.

Многоатомные спирты - это различные гликоли, глицерин и сорбит. Они хорошо растворимы в воде и сильно гигроскопичны.

Глицерин применяется в качестве смягчителя и для поддержания влажности в пищевых продуктах. Кроме того, он улучшает вязкость. Для

этих целей используют также сорбит, представляющий собой многоатомный спирт. В природе встречается в плодах рябины. В промышленности его получают ферментативным путем из виноградного сахара. За счет комплексообразующих свойств сорбит способен удалять железо и медь из жидких продуктов, например, вин или масел. Кроме того, в концентрациях 50–150 г/кг сорбит применяется как подслащивающее вещество для диабетиков.

С токсикологической точки зрения гликоли очень различны. Например, этиленгликоль не разрешен для применения в пищевых продуктах, для пропиленгликоля ПСП составляет до 25 мг на один килограмм массы тела, сорбит и глицерин разрешены для применения без ограничения.

Химические консерванты. Консервирование пищевых продуктов - один из основных процессов в пищевой промышленности, широко применяемый для продления сроков хранения, снижения потерь от микробной порчи и сохранения качества скоропортящихся продуктов. Консервирование позволяет обеспечить население широким ассортиментом пищевых продуктов независимо от времени и места производства.

Среди разнообразных способов консервирования пищевых продуктов (квашение, маринование, соление, замораживание, стерилизация, пастеризация, облучение и т.п.) особое место занимает сохранение скоропортящегося пищевого сырья и готовых продуктов с помощью химических консервантов - веществ, обладающих антимикробным действием.

В практике консервирования обычно используют бактерицидные или фунгицидные, но чаще бактериостатические или фунгистатические свойства химических консервантов. В первом случае бактерии и плесени погибают, во втором - замедляется их развитие. Добавление консервантов в соответствующей концентрации обеспечивает стерильность продукта в течение определенного времени при условии, что не будет повторного загрязнения или существенного изменения окружающей среды.

При химическом консервировании обычно различают бактерицидную (фунгицидную) активность консерванта, при этом определенную роль играет концентрация и продолжительность воздействия.

В качестве консервирующих средств разрешается применять химические вещества, подавляющие прорастание и замедляющие развитие микроорганизмов при хранении пищевых продуктов в свежем виде.

Консерванты и консервирующие смеси разрешается растворять в воде, этиловом спирте, глицерине, карбонате кальция, уксусной, молочной, винной и лимонной кислотах и в таком виде использовать в производстве.

Применение консервирующих средств в пищевой промышленности не может быть полностью исключено, несмотря на их отрицательное действие на любые биологические объекты. Однако оно должно быть ограничено, так как их безопасность может быть доказана с известной степенью вероятности.

Применение консервантов оправдано только в тех случаях, если при этом достигается технологический экономический эффект и если подобного эффекта нельзя достичь другими, например физическими, методами.

Рассмотрим некоторые неорганические консерванты, наиболее применяемые в пищевой промышленности.

Бура и бораты. Консервирующее действие борной кислоты и боратов основывается на нарушении метаболизма фосфатов и интенсивном блокировании декарбоксилирования аминокислот в микробиальной клетке. Следы боратов встречаются не только в почвах, минеральных водах, горных породах, но и в меде, винах, фруктах и других растительных продуктах. Борная кислота и бораты быстро всасываются организмом, но медленно выделяются. Установлено, что в организме нарушается утилизация жиров и белков из консервированных борной кислотой продуктов. Кроме того, кислота разрушает витамин В₆, так как образует комплексы с пиридоксалем и пиридоксаминном. Экспертный комитет ФАО-ВОЗ по пищевым добавкам и комиссия Codex Alimentarius считают, что применение борной кислоты и буры для консервирования пищевых продуктов является небезопасным для здоровья человека в связи с их токсичностью. ПСП должно быть не более 0,1 г на один килограмм массы тела.

Перекись водорода обладает бактерицидными свойствами, особенно при кислой реакции субстрата. Ее можно применять для консервирования питьевой воды, молока, студня, крабов, пива, а также как добавку ко льду при перевозке морских рыб и брожении теста. Перекись водорода придает продуктам неприятный привкус, неблагоприятно действует на белки, компоненты жиров и витаминов.

Сернистая кислота и ее соли, диоксид серы. Консервирующим действием обладает в основном недиссоциированная часть сернистой кислоты. Чем меньше рН и больше температура, тем сильнее консервирующее действие сернистой кислоты.

Действие этой кислоты связано с растворением липопротеинового комплекса микробиальной клетки и попаданием в плазму. Структура плазменной оболочки при этом изменяется, и микроорганизмы гибнут. Кроме того, сернистая кислота обладает восстанавливающими свойствами; является акцептором кислорода и задерживает дыхание микроорганизмов, изменяя значение окислительно-восстановительного потенциала. Кислота может вступать в реакцию с промежуточными продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, нарушать обмен веществ и тем самым вызывать гибель микроорганизмов.

Консервирующее действие кислоты наблюдается при содержании в продукте 0,1-0,2% диоксида серы. Эффективность его действия зависит от величины рН, химического состава среды, концентрации микроорганизмов и температуры. Чем выше начальная обсемененность продукта, тем больше микроорганизмов выживает.

Сернистая кислота и диоксид серы применяются не только как консерванты, но и как отбеливатели, так как предотвращают окислительные изменения фруктовых и овощных полуфабрикатов, вызванные ферментативным потемнением фенольных соединений и разрушением аскорбиновой кислоты.

Однако SO_2 разрушает витамин B_1 , разлагая его на пиримидин и тиазол. В повышенных дозах SO_2 вредно влияет на организм человека и придает продуктам специфический запах, который ощущается при концентрации около 5 мг на 100 г продукта.

Ввиду токсичности сернистых соединений сульфитированные продукты используются только для переработки на такие виды продукции, технология которых предусматривает возможность тепловой обработки с целью десульфитации.

Сульфитация применяется при заготовке целых плодов, пюре и соков. Целые плоды можно консервировать газообразным SO_2 или его растворами (мокрый способ). Косточковые плоды при консервировании газом растрескиваются, теряют сок, и консистенция их очень размягчается. Поэтому для косточковых плодов и ягод используется сульфитация мокрым способом. Семечковые плоды и цитрусовые хорошо сохраняют форму и консистенцию, их сульфитируют газообразным SO_2 . Газообразный SO_2 применяется также для сульфитирования пюре и соков.

Сухая сульфитация семечковых плодов (окуривание) состоит в применении SO_2 , получаемого путем сжигания серы, или жидкого из баллонов. Продолжительность окуривания примерно 10-20 ч в зависимости от сорта и вида плодов.

Диоксид серы и сульфиты применяются также при производстве плодово-ягодных и виноградных вин, напитков, фруктовых уксусов, сушеных картофеля и овощей, крахмала и других продуктов.

ПДК в зависимости от вида продукта изменяется от 30 до 3000 мг SO_2 на один килограмм продукта. В таких концентрациях SO_2 благодаря летучести и хорошей выделяемости из организма не представляет для человека опасности. Сульфиты ускоряют окислительные процессы, разрушают витамин Е, тиамин и биотин. В организме человека сульфиты окисляются в сульфаты и легко выделяются.

К специальной группе консервантов относятся окислы азота, хлор, нитрозилхлорид, хлористый азот, фтор, серебро, озон, нитриты, нитраты.

Органические химические консерванты:

- бензойная кислота и ее соли;
- п-оксибензойная кислота и ее производные;
- сорбиновая кислота и ее производные;
- салициловая кислота и ее натриевая соль;
- муравьиная кислота и ее натриевые, кальциевые и калиевые соли;
- этиловый и пропиловый эфиры п-оксибензойной кислоты и ее соли;
- гексаметилентетраамин;

- дифенил, о-фенилфенол и его натриевая соль;
- пропионат и ацетат кальция;
- диэтиловый эфир пирогальной кислоты.

Рассмотрим наиболее распространенные органические химические консерванты.

Бензойная кислота и ее соли. Бензойная кислота C_6H_5-COOH представляет собой бесцветные кристаллы, имеющие форму иголок или листочков. Плотность ее $1,265 \text{ г/см}^3$ при 15°C , температура плавления $122,4^\circ\text{C}$.

Кислота плохо растворяется в воде, но хорошо - в спирте и эфире.

В небольшом количестве (менее 0,1%) кислота содержится в некоторых ягодах и плодах (чернике, малине, смородине, сливе), а также в гвоздике, анисовом масле и др.

Консервирующее действие бензойной кислоты и ее солей основано на подавлении активности каталазы и пероксидазы, в результате чего в клетках накапливается перекись водорода. В малых концентрациях эти консерванты тормозят рост аэробных микроорганизмов. Наиболее активна бензойная кислота и ее соли в концентрации 0,1-0,4%.

Бензойная кислота эффективна в кислой среде, в то время как в нейтральных и щелочных средах ее ингибирующее действие незначительно. Поэтому этот консервант рекомендуется для консервирования пищевых продуктов, имеющих рН менее 5.

Наличие в продукте белков повышает устойчивость микроорганизмов и снижает консервирующее действие бензойной кислоты. При добавлении в продукт только небольшая часть бензойной кислоты остается свободной и действует как консервант, а большая часть связывается с белками.

Бензойная кислота и ее соли не обладают восстанавливающей способностью и отбеливающими свойствами, поэтому продукты с этими антисептиками более темные, чем сульфитированные.

Содержание бензоата натрия C_6H_5COONa в консервированных продуктах (пюре, соки) должно быть не более 0,10-0,12% в зависимости от вида сока, пюре. Так как бензоат натрия имеет специфический вкус, который ощущается в концентрациях 0,08-0,10%, то в продуктах, приготовленных из этих полуфабрикатов, содержание бензоата натрия должно быть не более 0,07%.

Консервант п-оксибензойная кислота и ее эфиры. Используется натриевая соль этой кислоты и ее эфиры: метиловый (нипагин М), этиловый (нипагин А), н-пропиловый (нипазол), н-бутиловый (нипа-бутил), бензиловый эфир - нипабензил. Кислота и ее эфиры -растительного происхождения - входят в состав алкалоидов и пигментов. Кислота содержится в созревшем сыре. Как консервант п-оксибензойная кислота менее эффективна, чем ее эфиры. Бактерии, плесени и дрожжи гибнут в растворе этой кислоты при концентрации 0,86%. Эфиры эффективны при 0,05-0,1%. Эфиры пригодны для применения в нейтральных пищевых продуктах. Этиловый и пропиловый

эффиры разрешены для консервирования большого числа пищевых продуктов.

Эфиры п-оксибензойной кислоты относятся к спазмолитикам; они ингибируют или стимулируют активность различных ферментов; из организма человека кислота выделяется в основном неизменной.

Сорбиновая кислота и ее соли. Сорбиновая кислота - это кристаллический порошок, плохо растворимый в воде. Соли сорбиновой кислоты (сорбаты) имеют более высокую растворимость. Сорбиновая кислота и сорбаты подавляют рост дрожжей и плесеней; на кислотообразующие и другие виды бактерий почти не действуют. Поэтому они применяются для консервирования только кислых продуктов или в смеси с другими антисептиками.

Концентрация сорбиновой кислоты в полуфабрикатах должна быть 0,05-0,06%, в готовых продуктах - менее 0,05%. Ввиду быстрого распада сорбиновая кислота и сорбаты не оказывают токсического действия на организм человека.

В последние годы сорбиновая кислота и ее соли были разрешены почти во всех странах в качестве консерванта в концентрациях 0,01-1,2% для маргарина, сыра, яичного желтка, овощных и фруктовых, рыбных и мясных изделий, печенья, вина и других продуктов. Сорбиновая кислота применяется для пропитки упаковок, используемых для хранения маргарина, сыров, хлеба.

Салициловая кислота и ее натриевая соль. Салициловая кислота плохо растворяется в воде, натриевая соль - хорошо. Антимикробное действие основано на подавлении активности ферментов при образовании пантотеновой кислоты, торможении активности пепсина, каталазы и панкреатина.

Салициловая кислота раньше применялась в широких масштабах для консервирования огурцов и других овощей и фруктов. Для упаковки мармеладов и варений широко используют бумагу, пропитанную салициловой кислотой. В настоящее время в большинстве стран это вещество не применяется для консервирования.

Салициловая кислота быстро всасывается в кишечнике и долго не выводится из организма. Возможна кумуляция ее, что особенно опасно для детей. В небольшом количестве салициловая кислота переходит в материнское молоко. В высоких концентрациях она вызывает повреждение слизистых оболочек, нарушение деятельности центральной нервной системы и кровообращения, расстройства слуха и функции почек.

Экспертный комитет ФАО-ВОЗ по пищевым добавкам считает этот консервант опасным для здоровья человека даже в малых дозах и не рекомендует применять салициловую кислоту в качестве консерванта пищевых продуктов.

Антибиотики. Для предупреждения порчи пищевых продуктов применяются антибиотики в основном из группы тетрациклинов (хлортетрацилин и тетрацилин). Кроме того, для консервирования предложены пенициллин, субтиллин, стрептомицин, левомицетин, низин и др.

Применяемые в качестве консервантов антибиотики, как правило, частично разрушаются в процессе хранения или при кулинарной обработке продуктов.

По устойчивости к температурному воздействию антибиотики делятся на такие, как:

- термочувствительные (пенициллин, хлортетрациклин);
- термостойкие (стрептомицин, канамицин);
- умеренно стойкие (тетрациклин, эритромицин, окситетрациклин).

Термостойкость антибиотиков зависит от многих факторов: величины рН, температуры и длительности процесса, вида тепловой обработки, вида белков и концентрации антибиотиков.

Во многих странах по гигиеническим соображениям отказались от применения антибиотиков в качестве консервантов. В ряде стран разрешено применение низина для увеличения срока хранения плавленых сыров, печенья, майонезов, начинок, готовых блюд, консервированных и маринованных овощей, некоторых молочных продуктов.

Антиоксиданты и их синергисты. Антиоксиданты - это вещества, предотвращающие окислительные процессы в липидах путем блокирования цепной реакции в результате образования стабильных промежуточных продуктов.

Синергисты - это вещества, усиливающие действие антиоксидантов, но не обладающие антиокислительными свойствами. К синергистам относятся также вещества, которые инактивируют ионы тяжелых металлов, связывая их в комплексные соединения.

Однако в ряде случаев одно и то же вещество может выполнять различные функции, являясь и антиоксидантом, и синергистом.

Применение антиоксидантов в сочетании с синергистами позволяет увеличить продолжительность хранения жиров и жиросодержащих продуктов, максимально сохранить их пищевую ценность и качество.

Механизм действия антиоксидантов основан на прерывании реакции автоокисления липидов. В результате этих реакций замедляется образование продуктов распада перекисей и гидроперекисей (альдегидов, кетонов, эпоксидов, низших жирных кислот), а также продуктов полимеризации и конденсации различного строения, ухудшающих органолептические свойства, пищевую ценность и качество жира.

В пищевой промышленности применяются естественные и синтетические антиоксиданты. К естественным антиоксидантам относятся: токоферолы (витамин Е, флавоны, рутин, кверцетин), эфиры галловой кислоты, гвожковая кислота, препараты из сои, овса, из различных семян и пряностей, госсипол хлопкового масла, сезомол кунжутного масла и другие.

К синтетическим антиоксидантам относятся: бутилоксианизол, бутилокситолуол, орто- и пародифенолы, пропилгаллат, додецилгаллат и другие.

В качестве синергистов чаще всего применяются аскорбиновая кислота и ее производные.

Токоферолы. Жировые продукты содержат определенное количество природных антиоксидантов среди них наибольшее значение имеют токоферолы, которыми особенно богаты растительные масла. В маслах токоферолы представлены смесью нескольких изомеров (α , β , λ - изомеры). А-токоферол проявляет большую витаминную активность и меньшую антиокислительную, λ -изомер - наоборот. В животных жирах токоферолы встречаются лишь в небольшом количестве (5-30 мг/кг), недостаточном для консервирующего действия. Эффективность их достигается при добавлении в животные жиры или их жировые эмульсии антиоксидантов в количестве более 30 мг/кг. Сильные антиоксидантные свойства проявляются в сочетании с аскорбиновой и лимонной кислотами.

Масла из зародышей пшеницы и маиса содержат много токоферолов и могут использоваться в качестве антиоксидантов.

С токсикологической точки зрения нет отрицательных данных по использованию токоферолов в качестве антиоксидантов.

Аскорбиновая кислота и ее производные. К ним относятся L- и D-формы аскорбиновой кислоты, их пальмитаты, стеараты и мирилаты, а также D-изоаскорбиновая кислота, эриторбовая кислота и ее натриевые соли. Они чаще применяются как синергисты.

Аскорбинпальмитаты широко применяются для растительных масел, маргаринов, сливочного масла и майонезов. L-аскорбиновая кислота добавляется в сухое молоко. Большое значение имеет добавление аскорбиновой кислоты в пищевые продукты растительного происхождения, приобретающие темную окраску вследствие ферментативных процессов. Добавление аскорбиновой кислоты в количестве 1-2 г/кг продукта позволяет сохранить цвет и запах многих консервированных фруктов.

Применение аскорбиновой кислоты сокращает использование нитритов при производстве мясных продуктов. Она предотвращает образование нитрозаминов.

В большинстве стран разрешается применять аскорбиновую кислоту и ее соли.

Препараты из сои. В сое содержатся токоферолы, поэтому препараты на основе сои можно использовать в качестве антиоксидантов. Соя содержит лецитин, поэтому применяется как эмульгатор. Экстракты из соевой муки хорошо сохраняют каротиноиды.

Препараты из овса. Беззародышевые зерна овса тормозят окисление жиров и жиросодержащих выпечных изделий, а также применяются для стабилизации аскорбиновой кислоты. Механизм действия изучается.

Производные флавонола. К ним относятся кверцетин, кверцитрин и рутин. Антиокислительное действие их сильнее, чем галлатов. В качестве синергистов кверцетин применяется лимонная и аскорбиновая кислоты.

Эти соединения не токсичны и ограничений на их применение нет.

Гваяковая смола. Это нерастворимая в воде аморфная масса, состоящая из α - и β -гваяковых кислот. Добывается из тропических деревьев семейства гваяковых. Применяется для животных жиров в концентрациях 1-2 г/кг.

Эфиры галловой кислоты (галлаты). К наиболее распространенным эфирам галловой кислоты относятся пропилгаллат, октилгаллат, додецилгаллат и лаурилгаллат. В воде они не растворимы, в жирах хорошо растворяются лишь октил- и додецилгаллат.

Галлаты - очень эффективные антиоксиданты, они применяются для сохранения жиров, масел и эмульсий в количестве 50-200 мг/кг. Их действие усиливается добавлением синергистов - лецитина или лимонной кислоты. Галлаты добавляют в сухое молоко, картофельные чипсы, сельдь жирную, а также для стабилизации витамина А.

Пропилгаллат используют при производстве бульонных куриных и мясных кубиков.

Однако галлаты способны образовывать с ионами тяжелых металлов, особенно с ионами железа (Fe^{3+}), интенсивно окрашенные соединения, что может ухудшить окраску жиров. Допустимое содержание галлатов в продуктах 0,2%.

К антиоксидантам естественного происхождения относятся экстракты из семян редиса, рапса, томатов, различных пряностей (анис, кардамон, кориандр, укроп, горчица, имбирь, красный перец, шалфей, розмарин), а также препараты из шелухи какао.

Из синтетических антиоксидантов широко в мире применяются бутилоксианизол (БОА) и бутилокситолуол (БОТ). Они имеют идентичный механизм антиокислительного действия и эффективно подавляют автоокисление липидов в концентрациях 20-200 мг/кг продукта.

Этими веществами также можно пропитывать упаковочный материал для жиров и изделий, содержащих значительное количество жира.

В РФ допущены: аскорбиновая кислота (ПДК не лимитируется) - для задержки окисления маргарина; БОА и БОТ (ионол) - для животных топленых жиров и шпика соленого (ПДК - 200 мг/кг); додецилгаллат - для жиров пищевых концентратов (ПДК - 100 мг/кг). БОТ применяется для пропитки упаковочных материалов, используемых для кексов, шоколадных изделий, крупяных и других продуктов из расчета 0,5 г на один килограмм упаковочного материала.

Активность этих окислителей повышается в присутствии других фенольных антиокислителей или синергистов. Они не вызывают изменения органолептических свойств пищевых продуктов.

Ферментные препараты. Для производства многих видов пищевых продуктов требуется длительное время.

Определенное место в совершенствовании технологических процессов, ускорении производства различных продуктов питания отводится ферментным препаратам. Ферменты, добавляемые к продуктам питания, позволяют ускорить процессы созревания мяса и рыбы, выход сока из плодов и овощей,

брожение крахмала, теста и т.д. Это дает возможность снизить себестоимость продукции, ускорить сроки ее изготовления, улучшить качество пищевых продуктов. Ферментные препараты в настоящее время широко применяются при производстве пива, спирта, консервов, в хлебопекарной, рыбо- и мясоперерабатывающей промышленности. Чаще всего ферментные препараты применяются при производстве плодовых и овощных соков, для увеличения выхода сока, его осветления.

Все ферментные препараты (ФП) тщательно изучаются в гигиеническом отношении, так как среди продуцентов ФП грибного или бактериального происхождения могут быть токсикогенные штаммы микроорганизмов. ФП, используемые при обработке пищевых продуктов с целью токсикологической оценки, подразделяются на 5 классов:

1. Ферменты, полученные из тканей животных, обычно используемых в пищу. Они рассматриваются как пищевые продукты и считаются допустимыми при условии, что для них могут быть разработаны удовлетворительные химические и микробиологические спецификации;

2. Ферменты, полученные из частей растений, используемых в пищу. Они также рассматриваются как пищевые продукты и считаются допустимыми при условии, если для них могут быть разработаны удовлетворительные химические и микробиологические спецификации;

3. Ферменты, полученные из микроорганизмов, традиционно используемых в приготовлении пищи. Эти препараты также рассматриваются как продукты питания и считаются допустимыми при условии, что они снабжены микробиологическими и химическими спецификациями;

4. Ферменты, полученные из непатогенных микроорганизмов, являющихся контаминантами пищи. Эти препараты не считаются продуктами питания. Для них необходимо разработать спецификации, проводя краткосрочные токсикологические исследования. Оценка этих ферментов в каждом случае производится индивидуально, после чего устанавливается величина допустимого суточного потребления.

5. Ферменты, получаемые из малоизвестных микроорганизмов. Эти препараты требуют химических и микробиологических спецификаций и более подробного токсикологического изучения.

Оценка безопасности ферментов не зависит от того, добавляются ли ферменты непосредственно в пищу или используются в иммобилизованной форме. Особенно важна токсикологическая оценка ферментов, относящихся к 4-му и 5-му классам.

При этом необходимо учитывать следующее:

- ферментные препараты добавляют непосредственно в пищевой продукт и не удаляют из него;
- ферментные препараты добавляют в пищевой продукт, но удаляют из конечного продукта в соответствии с технологией;
- иммобилизованные ферментные препараты находятся в контакте с продуктами питания только в процессе обработки.

Наименование препаратов, согласно принятой в России и СНГ номенклатуре, указывает на вид ферментной активности (протеолитическая и др.), продуцент и метод культивирования (поверхностный - П, глубинный - Г), а также степень концентрирования ферментов по сравнению с исходной культурой продуцента. Так, например, из названия "Протосубтилин Г10х" следует, что фермент протеолитический, получен из *B.Subtilis* глубинным методом и концентрирован десятикратно.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Пищевые добавки: загустители и гелеобразователи.
2. Модифицированные крахмалы. Классификация. Химическое строение. Функциональное применение.
3. Полисахариды морских водорослей: агар-агар, каррагинаны, альгинаты. Особенности химической структуры. Примеры применения в пищевых технологиях
4. Пектиновые вещества. Пектинсодержащее сырье. Высокоэтерифицированный и низкоэтерифицированный пектин. Использование пектинов в пищевых технологиях.
5. Пищевые добавки: эмульгаторы. Классификация. Применение.
6. Химический взгляд на процессы брожения в пищевых технологиях.
7. Антиокислители: механизм антиоксидантного действия. Примеры применения антиоксидантов в пищевых технологиях.
8. Классификация и номенклатура ферментов.
9. Гидролитические ферменты. Использование в пищевых технологиях.
10. Применение ферментов в производстве плодово-ягодных соков, безалкогольных напитков и вин.
11. Природные токсиканты: бактериальные токсины, микотоксины.
12. Ингибиторы пищеварительных ферментов. Классификация.
13. Трансгенные продукты. Возможные продукты переработки трансгенной сои.
14. Консерванты. Натуральные и искусственные консерванты. Консерванты сернистой природы.
15. Пенообразователи: механизм действия, примеры применения.
16. Ферментные препараты. Области применения.

ТЕМА 9. ВОДА КАК ИНГРЕДИЕНТ ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

Вода. Ее роль в жизнедеятельности организма человека. Аномальные свойства воды и льда. Нелинейность теплоемкости воды от температуры. Высокая теплоемкость воды. Плотность воды и льда. Физические свойства воды и льда. Полиморфные модификации льда. Фазовая диаграмма воды. Вода как растворитель. Вода в продуктах питания. Содержание влаги и сроки хранения. Массовая доля влаги, влажность пищевого продукта. Формы связи влаги с материалом в пищевых системах: свободная и связанная вода. Водосвязывающая и водоудерживающая способности пищевых веществ. Активность воды. Достижение необходимого значения активности воды. Активность воды и структура продуктов. Характеристики патогенности воды: коли-титр и коли-индекс. Пищевые технологии, основанные на уникальных физико-химических свойствах воды. Требования к воде, используемой на пищевые цели. Жесткость воды. Способы умягчения воды.

Теоретическая часть

Вода и продукты ее диссоциации - водородные и гидроксильные ионы - являются важными факторами, определяющими структуру и биологические свойства белков, нуклеиновых кислот, липидов, а также мембран и других клеточных органелл.

Вода отличается высокой реакционной способностью, обладает необычными свойствами и очень сильно отличается как в химическом, так и в физическом отношении от большинства других жидкостей.

Свойства воды, содержащейся в продуктах, отличаются от свойств обычной воды. Установлены различия в теплофизических свойствах, таких, как начальная температура кристаллизации, коэффициент термодинамической активности.

По сравнению с другими жидкостями вода имеет необычайно высокие температуры плавления и кипения, теплоту испарения, удельную теплоемкость, теплоту плавления, а также большое поверхностное натяжение. Эта особенность воды обусловлена тем, что силы притяжения между молекулами жидкой воды очень велики, и, следовательно, велико их внутреннее сцепление.

Такие свойства молекул воды, как полярность и способность к образованию водородных связей, делают воду великолепным растворителем полярных и нейтральных молекул. Вода диспергирует амфипатические вещества (полярные липиды, мыла) с образованием мицелл, в которых гидрофобные группы спрятаны внутрь и не контактируют с водой, а полярные группы располагаются на наружной поверхности мицелл.

Являясь основным (по массе) компонентом пищевого сырья и большинства продуктов питания вода влияет на их консистенцию и структуру; ее взаимодействие с химическими компонентами продуктов влияет на их устойчивость при хранении.

Массовая доля воды в пищевом сырье и продуктах питания колеблется в широких пределах (от 8 до 96%) в зависимости от вида сырья и продуктов, способов их обработки и технологии пищевых производств. Например, массовая доля воды в мясе, рыбе, мясо- и рыбопродуктах составляет 26-38%, в плодоовощной продукции 78-96%, в молоке 86-89%.

Организм человека на 2/3 состоит из воды, причем в разных частях и органах содержится неодинаковое ее количество. При введении в пищевой рацион необходимого количества жидкости обеспечивается надлежащий объем пищи, который создает чувство насыщения. Суточная потребность в воде в среднем составляет 35-40 мл на один килограмм массы тела или около 2,0-2,5 л. Значительная часть этой нормы (около одного литра) содержится в пищевых продуктах. Так называемая свободная жидкость, содержащаяся в первых блюдах и различных напитках, должна составлять около 1,2 л при общей массе дневного рациона около 3 кг. Количество воды, поступающее в организм с пищей и питьем, меняется в зависимости от климатических условий и интенсивности физической работы.

Функции воды в организме очень важны и многообразны: все реакции гидролиза пищевых веществ происходят при участии воды; вода растворяет органические и неорганические вещества, транспортирует их в организме; выводит отходы процессов обмена из клеток организма; является дисперсионной средой для крови, протоплазмы клеток и т.д.; служит смазочным материалом в суставах и в местах соприкосновения различных частей организма. Вот почему чрезвычайно важное значение имеет поступление в организм человека определенного количества воды с пищей и питьем.

При производстве продуктов питания необходимо учитывать, что пищевое сырье, продукты и пища представляют собой дисперсионную среду, а дисперсная фаза включает в себя органические и неорганические вещества с различной степенью дисперсности.

Воду в продуктах можно представить как непрерывную фазу, в которой другие составляющие (компоненты химического состава) могут быть распределены в виде истинных и коллоидных растворов, а также в виде эмульсий. Различные продукты неодинаково взаимодействуют с находящейся в них влагой.

Сахара, соли, кислоты, содержащиеся в растительных и животных тканях, образуют в основном истинные растворы. Равномерное распределение растворенных веществ, диффузия их через полупроницаемые мембраны происходит вследствие ионного или молекулярного диспергирования, оно не устраняет возможность локального образования насыщенных растворов.

Коллоидные растворы в продуктах образуются при растворении гидрофильных макромолекул, например, пектина и белков. Растворимость

коллоидов, их водосвязывающая способность зависят от рН среды и являются минимальными в изоэлектрической точке.

При диспергировании в воде соединений низкой растворимости образуются эмульсии.

Для описания состояния воды в биологических объектах пользуются параметрами, характеризующими изменение свойств воды и других компонентов объекта под влиянием внешних факторов.

При исследовании свойств растворов, введены понятия свободной и связанной воды. Под свободной понимают такую воду, молекулы которой образуют структуру, близкую к структуре обычной воды. Свободная вода составляет около 95% от всей воды клетки; в ней растворены многочисленные пищевые вещества (сахара, органические кислоты, аминокислоты и др.); эта вода является более подвижной, чем связанная.

Связанная вода, на долю которой приходится 4-5% всей воды клетки, прочно соединена с коллоидами, образующими гетерогенную систему. Вода, связанная с частицами размером 10^{-1} - 10^{-6} мм, образует вокруг них тонкую оболочку, которая прочно соединена с ними. Плотность связанной воды выше, чем свободной; удельная теплоемкость ниже (часть связанной воды в некоторых случаях не замерзает и при минус 75°C).

В большинстве случаев связанная вода не является растворителем для кристаллоидов и трудно удаляется при замораживании и сушке. Содержание в продуктах связанной воды колеблется в довольно широких пределах. В мясе оно составляет 13-16%, в плодах и овощах 8-11%, в молоке 3,0-3,5%. Поэтому из плодов и молока вода удаляется сравнительно легко.

Большая прочность связей между молекулами в жидкой воде обусловлена электрической полярностью молекул воды, связанной со специфическим расположением электронов в атомах кислорода и водорода.

Уменьшение количества связанной воды может служить признаком изменения (старения) коллоидной системы, поэтому отдельное определение свободной и связанной воды представляет большой научный и практический интерес.

Известно, что вода связана с компонентами пищевых продуктов энергетически неоднородно. Формы связи воды необходимо учитывать при переработке и хранении пищевого сырья и производства продуктов питания.

В ряде работ предлагаются схемы, по которым классифицируются формы связи воды в различных материалах, в том числе и в пищевых продуктах.

Академик П. А. Ребиндер предложил следующую классификацию форм связи влаги на основе энергии связи:

- **механическая** - влага смачивания, содержащаяся в капиллярах и макрокапиллярах. Эта форма связи наименее прочная; влага легко удаляется путем механического воздействия, например, посредством центрифугирования или прессования;

- **физико-химическая** - адсорбционная, осмотическая и структурная влага, содержащаяся в клетках и микрокапиллярах. Для разрушения этой формы связи требуется значительно больше энергии. Для удаления такой влаги необходимо предварительно превратить воду в пар, затратив существенное количество теплоты;

- **химическая форма** связи наиболее прочная. Это ионная связь и вода в кристаллогидратах. Такая связь может быть разрушена либо путем химического воздействия, либо путем нагрева до высоких температур, например посредством прокаливании, но не всегда. Химически связанная вода удерживается продуктом в точных количественных соотношениях и не удаляется при замораживании и сушке.

При взаимодействии молекул воды с молекулами компонентов пищевых продуктов, различают водородные, ионные, гидрофобные и другие виды связи. Водородная связь характеризуется взаимодействием ионов водорода с молекулами воды в жидкой воде и во льду. Расположение электронов вокруг атома кислорода близко к тетраэдрическому, т.е. каждая молекула воды стремится связаться водородной связью с четырьмя соседними молекулами воды. Важная особенность водородных связей - их меньшая прочность по сравнению с ковалентными. Энергия водородных связей в жидкой воде составляет около $18,8 \text{ кДж.моль}^{-1}$, а энергия ковалентной связи (в молекуле воды, образованной за счет спаривания электронов) равна $461 \text{ кДж.моль}^{-1}$.

Другое важное свойство водородных связей - их строго определенное направление в пространстве, что связано с вполне конкретным направлением связывающих орбиталей атомов водорода и кислорода.

Скорость образования и разрыва водородных связей в водных системах значительно превосходит скорость образования и разрыва ковалентных связей. Именно поэтому водородные связи обладают существенным преимуществом по сравнению с ковалентными связями с позиции возможности реализации различного рода биомолекулярных процессов, протекающих при переработке и хранении пищевого сырья и продуктов питания.

Мерой прочности связи влаги в пищевых продуктах является активность воды, влияющая на ферментативные, химические и физические изменения в них.

Численно a_w в пищевых продуктах равна отношению давления водяного пара на поверхности продукта (P_w) к давлению пара над водой (P_0):

$$a_w = \frac{P_w}{P_0}$$

Этот показатель служит количественной оценкой качественного изменения связи воды в продукте по отношению к чистой (дистиллированной) воде. С помощью этого показателя a_w устанавливается взаимосвязь между наличием в продукте доступной для микроорганизмов воды и вероятностью жизнедеятельности в продукте тех или иных видов микрофлоры.

С физико-химической точки зрения активность воды характеризует способность воды к улетучиванию из раствора относительно способности к улетучиванию чистой воды, при одной и той же температуре.

По активности воды все продукты делят на:

- Продукты с высокой влажностью, $a_w > 0.9$
- Продукты с промежуточной влажностью, $0.6 < a_w < 0.9$
- Продукты с низкой влажностью, $a_w < 0.6$

В продуктах с низкой влажностью микробиологические процессы не протекают, они сохраняют свои качества длительное время.

В продуктах с высокой влажностью хорошо развиваются все виды микроорганизмов, и они быстро подвергаются порче.

В продуктах с промежуточной влажностью преобладают микробиологические и ферментативные процессы. В них наиболее вероятно развитие дрожжей, плесеней и др. видов бактерий.

Чтобы снизить развитие микрофлоры в продукте следует снижать активность воды введением гидрофильных добавок (соль, сахар).

Для чистой воды $a_w = 1$; уменьшается при растворении в воде различных веществ. Устойчивость пищевых продуктов к микроорганизмам при их хранении зависит от активности воды окружающей среды и пищевого продукта. Микроорганизмы могут расти на продуктах, имеющих значение показателя a_w между 0,99 и 0,63. Для многих микроорганизмов эти величины определены, они постоянны для каждого вида и не зависят от природы растворенных веществ. По мере уменьшения a_w среды (начиная с оптимального значения) продолжительность лаг-фазы обычно увеличивается, а скорость роста и количество клеток микроорганизмов уменьшаются. В целом, бактерии развиваются в среде с более высокими значениями a_w (0,99-0,93), чем дрожжи и плесени. Оптимальные значения a_w для роста дрожжей также варьируют, но минимальные величины для этих организмов (0,91-0,88) ниже, чем для большинства бактерий.

Установлено, что при определенных условиях между термодинамической активностью воды и ростом микроорганизмов существует взаимосвязь. Исходя из этого, оптимальные условия устойчивости пищевых продуктов к химическим и микробиологическим процессам, должны устанавливаться не на основе значения показателя активности воды a_w , характеризующего ее доступность для микроорганизмов.

Требования к воде, используемой на пищевые цели. На технологические цели используется питьевая вода городских водопроводов или артезианских колодцев, которая должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874-73.

Согласно нему вода должна быть прозрачной, бесцветной, не иметь посторонних привкусов и запахов, не содержать патогенных микроорганизмов.

Коли-титр –наименьший объем воды, в котором обнаруживается кишечная палочка коли, не менее 300мл.

Коли-индекс – количество палочек в одном литре воды, не более 3.

В воде содержатся минеральные вещества, главным образом бикарбонаты и сульфаты К и Mg.

Кроме того, в воде могут быть хлориды, нитраты, нитриты, фосфаты и органические соединения. Большое количество хлора, щелочей и даже малые количества аммиака, азотной, азотистой и фосфорной кислот, а так же органических веществ указывают на загрязнения воды животными отбросами. Такую воду применять в технологических процессах запрещено.

Вода должна содержать минимальное количество продуктов распада органических азотистых веществ (нитриты, нитраты, аммиак), легко окисляющихся неорганических примесей. Аммиака и нитратов допускается лишь следы, нитритов не более 40 мг/л, окисляемость – не выше 3 мг O₂.

Оценку воды принято производить по жесткости, т.е. общему содержанию в ней Ca и MgO. Она выражается в миллиграмм – эквивалентах

(мг-экв) ионов Ca и Mg на 1л воды; 1 мг-экв соответствует содержанию 20.04 мг Ca²⁺ или 12.16 мг Mg²⁺.

По степени жесткости воду делят на:

- Очень мягкая до 1.5 мг-экв /л
- Мягкая 1.5 – 3.0
- Умеренно-жесткая 3.0 – 6.0
- Жесткая 6.0 – 9.0
- Очень жесткая >9.0

Подготовка воды заключается в умягчении и подогреве или охлаждении до температуры, определяемой условиями технологического процесса.

Растворимость содержащихся в воде карбонатов, хлоридов и др. веществ, солей Ca и Mg, в присутствии др. растворенных веществ (спирта, сахара и т.д.) понижается, они выпадают в осадок, иногда вызывая брак, поэтому для приготовления растворов исходную воду умягчают.

Для умягчения воду обрабатывают катионитами, обменивая Ca²⁺ и Mg²⁺ в воде катионы Na⁺ катионита. Регенерируют катионы в растворе NaCl.

Для устранения постороннего запаха и привкуса рекомендуют обработку воды активированным углем.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Вода. Ее роль в жизнедеятельности организма человека.
2. Аномальные свойства воды и льда.
3. Нелинейность теплоемкости воды от температуры.
4. Высокая теплоемкость воды.
5. Плотность воды и льда. Физические свойства воды и льда. Полиморфные модификации льда.
6. Фазовая диаграмма воды. Тройная точка.
7. Вода как растворитель и как реакционноспособное вещество.
8. Вода в продуктах питания.

9. Содержание влаги и сроки хранения. Массовая доля влаги, влажность пищевого продукта.
10. Формы связи влаги с материалом в пищевых системах: свободная и связанная вода.
11. Водосвязывающая и водоудерживающая способности пищевых веществ.
12. Осмотическая связанная вода. Примеры.
13. Активность воды. Достижение необходимого значения активности воды. Активность воды и структура продуктов.
14. Средства для предупреждения микробиологической порчи продуктов.
15. Характеристики патогенности воды: коли-титр и коли-индекс.
16. Роль льда в обеспечении стабильности пищевых продуктов
17. Пищевые технологии, основанные на уникальных физико-химических свойствах воды.
18. Технология шоковой заморозки. Преимущества шоковой заморозки.
19. Требования к воде, используемой на пищевые цели.
20. Содержание в воде загрязняющих веществ.
21. Жесткость воды. Временная и постоянная жесткость воды. Способы умягчения воды.

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется студентами самостоятельно на основании приведенных ниже заданий.

Контрольная работа состоит из двух разделов:

I - ответов на 4 теоретических вопроса;

II - решения 2 задач;

Все ответы в контрольной работе должны сопровождаться необходимыми пояснениями, содержащими исходные данные и методику исчисления показателей. Необходимые табличные данные для расчетов приведены в приложениях.

Контрольная работа должна быть написана четко, разборчиво, с обязательным использованием поясняющих схем и расчетных формул тех показателей, формулировки которых приведены в работе. Ответ на вопрос должен в полной мере отражать основное содержание вопроса, но быть по возможности кратким. С правой стороны листа необходимо оставлять поля 2 см. В начале работы указать номер вопроса или задачи согласно заданию и полностью написать текст вопроса или условие задачи. После этого можно перейти к ответу на поставленный вопрос или к решению задачи. Ответы на вопросы должны быть изложены в реферативной форме.

При выборе варианта задания использовать таблицу 5.

Таблица 5

Выбор варианта задания

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1	11	21	6	16	25	15	5	20	10
2	2	12	22	7	17	24	14	4	19	9
3	3	13	23	8	18	23	13	3	18	8
4	4	14	24	9	19	22	12	2	17	7
5	5	15	25	10	20	21	11	1	16	6
6	6	16	1	11	21	20	10	25	15	5
7	7	17	2	12	22	19	9	24	14	4
8	8	18	3	13	23	18	8	23	13	3
9	9	19	4	14	24	17	7	22	12	2
0	10	20	5	15	25	16	6	21	11	1

Номера контрольных вопросов согласно выбранному варианту определяются по таблице 6.

Таблица 6.

Номера контрольных вопросов

№ варианта	Вопросы					
	1	2	3	4	5	6
1	1	26	51	76	101	126
2	2	27	52	77	102	127
3	3	28	53	78	103	128
4	4	29	54	79	104	129
5	5	30	55	80	105	130
6	6	31	56	81	106	131
7	7	32	57	82	107	132
8	8	33	58	83	108	133
9	9	34	59	84	109	134
10	10	35	60	85	110	135
11	11	36	61	86	111	136
12	12	37	62	87	112	137
13	13	38	63	88	113	138
14	14	39	64	89	114	139
15	15	40	65	90	115	140
16	16	41	66	91	116	141
17	17	42	67	92	117	142
18	18	43	68	93	118	143
19	19	44	69	94	119	144
20	20	45	70	95	120	145
21	21	46	71	96	121	146
22	22	47	72	97	122	147
23	23	48	73	98	123	148
24	24	49	74	99	124	149
25	25	50	75	100	125	150

На титульном листе должны быть фамилия и инициалы студента, дата, учебный шифр и вариант (номера соответствующих заданий). В конце работы необходимо привести библиографический список, поставить подпись и дату. Работа, выполненная по произвольно выбранным номерам задач, зачитываться не будет.

Контрольные вопросы и задания

1. Факторы, определяющие качество пищи.
2. Что включает понятие пищевая ценность продукта?
3. Какие факторы питания называются эссенциальными, или незаменимыми?
4. Привести примеры алиментарных, неалиментарных, антиалиментарных компонентов пищи.
5. Привести общую структурную формулу протеиногенных аминокислот, дать их структурные особенности в зависимости от свойств функциональных групп.
6. Что такое азотистый баланс, его виды в организме? Какова связь между азотистым балансом и потребностями организма в белке?
7. Роль белков в питании человека, последствия недостатка и избытка белка в питании.
8. Каковы пути решения проблемы дефицита белка в мире?
9. Дать понятие биологической ценности белка, одинакова ли она у разных белков, привести конкретные примеры.
10. Методы определения биологической ценности белка.
11. Особенности фракционного состава в сравнительном аспекте белков злаковых, бобовых и масляничных культур.
12. Неполноценные белки мяса. Их аминокислотный состав.
13. Лимитирующие аминокислоты белков зерновых и бобовых культур.
14. Функциональные свойства белков, какова их роль в технологических процессах.
15. Перечислите существующие формы азота в продуктах питания. Что они характеризуют? Почему по содержанию общего азота можно судить о содержании белка?
16. Какие факторы влияют на скорость переваривания белков в пищеварительном тракте?
17. Основные ферменты, участвующие в переваривании белков.
18. Промежуточные и конечные продукты переваривания белков.
19. Какие биохимические процессы возможны при хранении белкового сырья?
20. Какие физико-химические превращения возможны в белках при хранении?
21. Как приостановить ферментативные процессы при переработке сырья?
22. Приведите примеры положительного и отрицательного воздействия протеаз при производстве продуктов питания.
23. Как влияет степень денатурации белка на его пищевую ценность?
24. Какие процессы при переработке белкового сырья способны уменьшить пищевую ценность белков?
25. В чем отличие процессов денатурации, высаливания и гидролиза белка?
26. Формы азота в продуктах. О каких процессах можно судить по изменению этих форм?

27. Роль жиров в питании человека, суточная потребность.
28. Что понимают под биологической эффективностью жира?
29. По каким константам можно судить о природе жира и его фальсификации?
30. Какие жирные кислоты можно отнести к семейству омега-3 и омега-6?
31. Какие ПНЖК обладают наибольшей физиологической активностью?
32. Фракционный состав липидов. Неомыляемые липиды, их роль в организме.
33. Жирорастворимые биологически активные вещества, их роль в сохранении качества жиров.
34. Типы ацилглицеринов в пищевом сырье.
35. Пищевая ценность животных, рыбных жиров и растительных масел в сравнительном аспекте.
36. Пищевая ценность рафинированных и нерафинированных масел в сравнительном аспекте.
37. Физиологическая значимость пространственных изомеров ПНЖК.
38. Методы химической модификации ацилглицеринов (гидрирование, переэтерификация)
39. Роль модифицированных ацилглицеринов в создании новых жировых продуктов.
40. Факторы, вызывающие окисление жиров.
41. Индукционный период при окислении жиров.
42. Механизм цепной реакции окисления, начальные продукты окисления.
43. Промежуточные и конечные продукты прогоркания и осаливания.
44. Способы стабилизации жиров при хранении.
45. Отличительные признаки процессов гидролиза и липолиза.
46. Как влияет степень гидролиза жира на его пищевую ценность?
47. По какому показателю можно судить о степени гидролиза жира?
48. Превращение жиров в пищеварительном тракте.
49. Промежуточные и конечные продукты переваривания жиров в пищеварительном тракте.
50. Роль желчных кислот в переваривании жиров.
51. Характеристика редуцирующих углеводов растительного сырья.
52. Редуцирующие углеводы в сырье животного происхождения.
53. Усваиваемые и неусваиваемые полисахара, причина неусвоения.
54. Сходство и различие в строении и свойствах крахмала, гликогена, клетчатки.
55. Химическая структура редуцирующих и нередуцирующих олигосахаров.
56. Субстратная специфичность В-галактозидазы.
57. Механизм действия пектиназ.
58. Физиологическое значение углеводов.
59. Пищевые волокна, их роль в организме согласно теории адекватного питания.
60. Химическая природа пищевых волокон.

61. Функции моно- и олигосахаров в пищевых продуктах.
62. Функции α-гликанов в пищевых продуктах.
63. Роль β-гликанов в пищевых системах.
64. Роль пектиновых веществ в пищевых продуктах.
65. Виды амилаз в пищеварительном тракте, механизм их действия.
66. Этапы пищеварения углеводов.
67. Общая схема превращения углеводов в технологическом потоке.
68. Кислотный гидролиз крахмала, условия проведения, побочные продукты.
69. Преимущества ферментативного гидролиза углеводов.
70. Использование процессов гидролиза углеводов в пищевой промышленности.
71. Амилолиз и гликогенолиз
72. Виды брожения углеводов, конечные продукты.
73. Реакции дегидратации моно- и олигосахаров, их влияние на пищевую ценность и качество готовых изделий.
74. Химическая природа окрашенных пигментов углеводного сырья, образующихся при его переработке
75. Продукты ферментативного и неферментативного потемнения в плодах и овощах.
76. В чем сущность реакции меланоидинообразования, условия для ее осуществления.
77. Что собой представляет перегруппировка по Амадори.
78. Влияние реакции Майяра на пищевую ценность и потребительские свойства продукта.
79. Что происходит при клейстеризации крахмала?
80. Схемы образования фурфурола и оксиметилфурфурола, роль этих веществ при производстве продуктов питания.
81. Физические и химические свойства воды и льда.
82. Свободная и связанная влага. Виды свободной влаги.
83. Активность воды и стабильность пищевых продуктов.
84. Влияние активности воды на скорость физико-химических и биохимических процессов в продукте.
85. Роль льда в стабильности продуктов.
1. Продукты с высокой, промежуточной и низкой влажностью.
87. Какие химические элементы относятся к макроэлементам?
88. Какие функции выполняют минеральные вещества в организме человека?
89. Какова роль кальция в организме человека?
90. Какие химические элементы относят к микроэлементам и каковы их функции в организме человека?
91. Какую роль играет железо в организме человека и в каких пищевых продуктах оно содержится?
92. Какие последствия могут наблюдаться при дефиците йода в организме и как этого можно избежать?

93. Какие виды технологической обработки сырья и пищевых продуктов способствуют потере минеральных веществ?
94. Приведите примеры взаимодействия некоторых микроэлементов и витаминов?
95. Приведите классификацию витаминов, дайте определение этой группе химических соединений.
96. Какую физиологическую роль выполняют витамины в организме человека.
97. Какие водорастворимые витамины вы знаете?
98. Какие жирорастворимые витамины вы знаете?
99. Дайте характеристику отдельных витаминов. В каких продуктах они присутствуют в максимальном количестве?
100. Приведите примеры витаминоподобных веществ.

101-114. Рассчитать биологическую ценность белка продуктов:

№ вопроса	Продукт 1	Продукт 2
101	Говядина I сорта	Молоко кобылье
102	Говядина II сорта	Молоко коровье
103	Колбаса вареная в/с	Говядина в/с
104	Сыр плавленый "Сказка"	Колбаса вареная докторская
105	Консервы "Сливки стерилизованные 25 %"	Колбаса вареная русская
106	Сыр твердый костромской	Колбаса вареная чайная
107	Консервы "Сливки сухие"	Консервы "Говядина тушеная"
108	Сметана	Консервы "Суп-пюре куриный"
109	Молоко стерилизованное	Молоко сухое
110	Творог жирный	Паштет куриный
111	Кефир жирный	Колбаса п/к украинская
112	Сливки 30 %	Полуфабрикаты
113	Молоко козье	Молоко коровье
114	Сыр твердый пошехонский	Сыр плавленый

115-125. Оценить биологическую эффективность жиров:

№ во-проса	Продукт 1	Продукт 2
115	Йогурт	Кефир
116	Консервы "Молоко сгущенное с сахаром"	Консервы "Капуста с мясом и рисом"
117	Сыр твердый чеддер	Корейка копчено - запеченная
118	Сыр мягкий рокфор	Окорок тамбовский вареный в целом
119	Масло диетическое	Полуфабрикаты котлеты домашние
120	Молоко коровье	Сыр плавленый «Дружба»
121	Сосиски молочные	Брынза из коровьего молока
122	Колбаса вареная I сорта	Говядина I сорта
123	Сервелат	Колбаса вареная любительская
124	Котлеты куриные "Детские"	Консервы "Сливки стерилизованные 25 %"
125	Яйцо куриное	Сыр твердый

126-150. Рассчитать энергетическую ценность продуктов:

№ во-проса	Продукт 1	Продукт 2
126	Йогурт	Кефир
127	Консервы "Молоко сгущенное с сахаром"	Консервы "Капуста с мясом и рисом"
128	Сыр твердый чеддер	Корейка копчено - запеченная
129	Сыр мягкий рокфор	Окорок тамбовский вареный в целом
130	Масло диетическое	Полуфабрикаты котлеты домашние
131	Молоко коровье	Сыр плавленый «Дружба»
132	Сосиски молочные	Брынза из коровьего молока
133	Колбаса вареная I сорта	Говядина I сорта
134	Сервелат	Колбаса вареная любительская
135	Котлеты куриные "Детские"	Консервы "Сливки стерилизованные 25 %"
136	Яйцо куриное	Сыр твердый
137	Мороженое сливочное	Йогурт
138	Масло сливочное несоленое	Масло бутербродное
139	Мука соевая	Белок растительный пищевой соевый
140	Колбаса вареная "Русская"	Творог жирный
141	Творог нежирный	Колбаса вареная "Докторская"
142	Консервы говядина с перловой крупой и тыквой	Консервы говядина с перловой крупой и кабачками
143	Мясо куриное	Свинина мясная
144	Майонез	Колбаса сырокопченая зернистая
145	Сосиски молочные	Творог нежирный
146	Молоко коровье	Свинина мясная
147	Молоко коровье	Яйца куриные
148	Майонез	Масло сливочное
149	Корейка копчено - запеченная	Сметана
150	Консервы "Молоко сгущенное цельное"	Консервы "Кабачки с мясом и рисом"

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА

Раздел 1. Введение в химию пищевых продуктов.

1. Предмет и задачи курса. Связь с другими науками.
2. Основные характеристики пищевых продуктов.
3. Потребность человека в основных пищевых веществах.
4. Задачи повышения пищевой и биологической ценности, качества и безопасности продуктов питания.
5. Общие положения медико-биологических требований к качеству продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Раздел 2. Белки и пептиды в пищевых продуктах, их превращения в технологических потоках.

6. Белки. Химическая и пространственная структура. Биологические функции.
7. Физико-химические свойства белков, превращение их в технологических процессах.
8. Функционально-технологические свойства белков при производстве пищевых продуктов.
9. Роль белков в питании человека. Критерии оценки пищевой и биологической ценности белков.
10. Комбинированные белковые продукты, их аналоги.
11. Анализ белков: принципы, методы, подходы.
12. Белки животного и растительного происхождения.

Раздел 3. Жиры в пищевых продуктах, их превращения в технологических потоках.

13. Липиды. Структура, физико-химические и функционально-технологические свойства растительных и животных жиров.
14. Методы анализа жиров в пищевых продуктах.
15. Превращение липидов при производстве, хранении и переваривании в организме.
16. Физиологическая роль липидов.
17. Влияние липидов на уровень стабильности продукции при хранении
18. Методы выделения липидов из сырья и пищевых продуктов.

Раздел 4. Углеводы в пищевых продуктах, их превращения в технологических потоках.

19. Углеводы. Структура, физико-химические и функционально-технологические свойства.
20. Превращение углеводов под действием пищеварительных ферментов.
21. Превращение углеводов в процессе биологического окисления, при хранении и переработке. Характеристика промежуточных продуктов.
22. Клейстеризация и карамелизация.
23. Роль углеводов в цветообразовании, формировании вкуса и структуры.
24. Физиологическая роль углеводов.

25. Методы определения углеводов в пищевых продуктах.
26. Пищевые волокна и их физиологическое значение.

Раздел 5. Витамины в сырье и готовой продукции

27. Жирорастворимые витамины. Общая характеристика, химическая природа, суточная потребность и источники.
28. Водорастворимые витамины. Общая характеристика, химическая природа, суточная потребность и источники
29. Витаминоподобные вещества.
30. Антивитамины.
31. Гипо- и гипервитаминозы.
32. Влияние различных способов и режимов технологической обработки при хранении на стабильность витаминов.
33. Способы витаминизации пищевых продуктов.
34. Методы определения витаминов в пищевых продуктах.

Раздел 6. Минеральные вещества в сырье и готовой продукции.

35. Макроэлементы в пищевых продуктах, их физиологическая роль.
36. Микроэлементы в пищевых продуктах, их физиологическая роль.
37. Влияние минеральных веществ на устойчивость пищевых систем при производстве пищевых продуктов.
38. Значение минеральных веществ в оценке биологической безопасности пищевых продуктов.
39. Методы определения минеральных веществ в пищевых продуктах.

Раздел 7. Пищевые добавки, формирующие органолептические свойства продукта.

40. Пищевые добавки. Структура и классификация.
41. Вещества, улучшающие внешний вид продуктов.
42. Красители: натуральные, идентичные натуральным и искусственные.
43. Ароматизаторы: натуральные, идентичные натуральным и искусственные.
44. Вкусовые вещества: классификация, характеристика.
45. Дубильные вещества. Методы определения.

Раздел 8 Пищевые добавки, формирующие физико-химические, структурные и реологические свойства продукта.

46. Физико-химические и коллоидные явления - основа технологии пищевых продуктов
47. Вещества, улучшающие консистенцию. Химическая природа, механизм действия, применение.
48. Вещества, добавляемые для улучшения технологических свойств пищевых продуктов.
49. Вещества, добавляемые для удлинения сроков хранения продуктов.
50. Структурообразование в дисперсных системах.

51. Капиллярные, осмотические явления в пищевых дисперсных системах. Явление переноса в пористых веществах.
52. Роль химических веществ в образовании и стабильности дисперсных пищевых систем.
53. Общая характеристика химических приемов кулинарной обработки пищевых продуктов.
54. Общая характеристика биохимических приемов кулинарной обработки пищевых продуктов.

Раздел 9. Вода как ингредиент пищевого продукта.

55. Вода и ее роль в жизнедеятельности организма человека.
56. Формы связи влаги с материалом в пищевых продуктах, водосвязывающая и водоудерживающая способности.
57. Активность воды.
58. Требования к воде, используемой для пищевых целей.
59. Жесткость воды и ее измерение.
60. Способы очистки и умягчения воды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лакиза, Н.В. Пищевая химия [Текст] : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Химия", по специальности "Фундаментальная и прикладная химия" / Н. В. Лакиза ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Москва : Юрайт ; Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. - 185 с. Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=8791>
2. Нечаев А.П. [Текст] : Учебник /А.П. Нечаев. – 5, испр. и доп. – СПб : ГИОРД, 2012. – 672 с. Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=339106>
3. Колодязная В.С. Химия пищевых продуктов : учеб. пособие / В. С. Колодязная. – СПб. : Санкт-петербургская академия холода и пищевых технологий, 2003. – 80 с.
4. Матюхин З. П. Основы физиологии питания, гигиены и санитарии / З. П. Матюхин. – М. : Высш. шк., 1989. – 235 с.
5. Нечаев А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова и др. – СПб. : ГИОРД, 2003 – 640 с.
6. Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика /И. М. Скурихин, В. П. Нечаев. – М. : Высш. шк., 1991. – 230 с.
7. Сургутский В. П. Химия пищевых продуктов. Кн.а 1 / В. П. Сургутский. – Красноярск, 1997. – 320 с.
8. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых и энергетическая ценности пищевых продуктов. Т. 1 /под ред. И. М. Скурихина. – М. : Агропромиздат, 1987.
9. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых и энергетическая ценности пищевых продуктов. Т. 2 /под ред. И. М. Скурихина . – М. : Агропромиздат, 1987.
- 10.Эмануил Н. И. Химия и пища / Н. И Эмануил, Г. Е. Зликов. – М. : Наука, 1986.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Величины основного обмена (ккал) для взрослого человека в зависимости от пола, массы тела, возраста

Масса тела, кг	18-29 лет	30-39 лет	40-59 лет	60-74 года
Мужчины				
50	1450	1370	1280	1180
55	1520	1430	1350	1240
60	1590	1500	1410	1300
65	1670	1570	1480	1360
70	1750	1650	1550	1430
75	1830	1720	1620	1500
80	1920	1810	1700	1570
85	2010	1900	1780	1640
90	2110	1990	1870	1720
Женщины				
40	1080	1050	1020	960
45	1150	1120	1080	1030
50	1230	1190	1160	1100
55	1300	1260	1220	1160
60	1380	1340	1300	1230
65	1450	1410	1370	1290
70	1530	1490	1440	1360
75	1600	1550	1510	1430
80	1680	1630	1580	1500

Энерготраты взрослого человека при различной физической активности по отношению к величине основного обмена (КФА)

Виды деятельности	КФА
Сон	1,0
Лежащее положение, отдых сидя	1,2
Ходьба:	
по дому	2,5
прогулка медленная	2,8
в обычном темпе	3,2
с грузом 10 кг	3,5
Прием пищи	1,5
Езда в транспорте	1,7
Приготовление пищи, уход за детьми	2,2
Повседневная уборка по дому	2,7
Чтение, учеба дома	1,6
Для школьников и студентов: занятия на уроке	1,9
- перерывы между занятиями	2,5
- реферирование литературы	2,0
- запись лекций, выполнение лабораторной работы	2,6
Занятия спортом: легкая активность (бильярд, кегли, гольф)	2,1-4,4
- умеренная активность (танцы, плавание, теннис)	4,2-6,6
- тяжелые упражнения (футбол, атлетика, гребля)	6,6 и выше

**Содержание основных компонентов питания в некоторых
пищевых продуктах**

№ п/п	Наименование продукта	Рассчи- тать для, г	Содержание в 100 г продукта, г			
			Белки	Жиры	Углеводы (усвояе- мые)	Органиче- ские кис- лоты
1	Икра белужья зернистая	28	27.2	14.2	-	-
	Сушки ванильные	80	8.7	5.6	16.0	0.2(на мол)
2	Шпикачки	120	9.2	36.1	-	-
	Батон простой	45	8.0	0.9	0.8	0.3(на мол)
3	Оливки консервированные	60	1.8	16.3	5.2	0.2 (на ябл)
	Сосиски молочные	130	11.0	23.9	1.6	-
4	Брусника	150	0.7	0.5	8.0	1.9(на лим)
	Теша осетровая холодного копчения	140	17.6	25.7	-	-
5	Йогурт 3.2% жирности слад- кий	125	5.0	3.2	8.5	1.3 (на мол)
	Колбаса Одесская полукоп- ченая	110	14.8	38,1	-	-
6	Белые грибы (свежие)	90	3.7	1.7	1.1	-
	Пастила	130	0.5	следы	76.8	0.5 (на мол)
7	Скумбрия атлантическая хо- лодного копчения	130	23.4	6.4	-	-
	Сок абрикосовый с мякотью	220	0.7	-	6,9	0,7 (на ябл)
8	Икра из кабачков	160	2.0	9.0	8.54	0.5 (на ябл)
	Кальмар (мясо)	85	18.0	4.2	-	-
9	Грейпфрут	210	0.9	0.2	6.5	1.7(на лим)
	Сервелат (колбаса сырокоп- ченая)	130	24,0	40,5	-	-
10	Компот из абрикосов (поло- винки)	190	0.5	0	21.0	1.0 (на ябл)
	Сельдь иваси специального посола	70	17,5	11,4	-	-
11	Говядина тушеная (консер- вы)	80	16.8	17.0	-	-
	Капуста белокочанная	170	1,8	0,1	4,6	0,3 (на ябл)
12	Судак в томатном соусе (консервы в томатном соусе)	180	14.0	5.3	3.7	0.4
	Дыня	320	0,6	-	9,0	0,2 (на ябл)
13	Сок томатный	190	1.0	-	3.5	0.5 (на ябл)
	Сосиски русские	120	11,3	22,0	-	-

№ вариан- та	Наименование продукта	Рассчи- тать для, г	Содержание в 100 г продукта, г			
			Белки	Жиры	Углеводы (усвояе- мые)	Органиче- ские кис- лоты
14	Грудинка сырокопченая из свинины	120	8.9	63.3	-	-
	Кофе жареный в зернах	35	13,9	14,4	2,8	9,2 (на ябл)
15	Голландский круглый сыр	90	23.7	30.5	-	2.1(на мол)
	<i>Томаты квашеные</i>	110	1,1	0,1	1,6	1,2(на мол)
16	Мармелад фруктово-ягодный		0.4	следы	74.8	0.7(на мол)
	Язык говяжий		16,0	12,1	-	-
17	Зеленый горошек (консервы)	90	3.1	0.2	6.5	0.1 (на ябл)
	Уши свиные	160	21,0	14,4	-	-
18	Камбала обжаренная в масле (консервы в масле)	130	14.4	21.3	-	-
	Черешня	85	1,1	0,4	10,6	0,6 (на ябл)
19	Халва подсолнечная ваниль- ная	60	11.6	29.7	41.5	-
	Мандарин	250	0,8	0,3	8,1	1,1(на лим)
20	Томат-паста	15	3.6	0	11.8	1.8 (на ябл)
	Язык говяжий в желе	140	71,8	15,1	0,6	-
21	Завтрак туриста (свинина, консервы)	180	16.9	15.4	-	-
	Смородина черная	70	1,0	0,2	6,7	2,3 (на ябл)
22	Масло сливочное несоленое	35	0.5	82.5	0.8	0.03(на мол)
	Томаты (грунтовые)	170	1,1	0,2	3,5	0,8 (на ябл)
23	Колбаса докторская	140	12.8	16.7	-	-
	Картофель	120	2,0	0,4	1,3	0,2 (на ябл)
24	Зефир	120	0.8	следы	73.4	0.5 (на мол)
	<i>Сыворотка творожная</i>	40	0,8	0,2	3,5	0,73 (на мол)
25	Горбуша (консервы нату- ральная)	130	20.9	5.8	-	0.5
	Ирис тиражный	70	3,6	7,3	74,3	0,1 (на мол)

Состав незаменимых аминокислот в продуктах питания

Показатели	Белок, %	Коэффициентпересчета	Содержание аминокислот мг на 100г съедобной части продукта								
			всего	валин	изолейцин	лейцин	лизин	метионин	треонин	триптофан	фенилаланин
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мука											
пшеничная	12,5	5,7	3870	550	620	990	390	180	390	140	610
ржаная	10,7	5,7	3190	520	400	690	360	150	340	130	600
Крупа											
гречневая	12,6	6,09	3900	590	520	680	630	260	500	180	540
рисовая	7,0	3,9	2430	420	330	620	260	130	240	80	350
пшено	12,0	6,25	4660	620	590	1620	360	270	440	180	580
овсяная	11,9	5,7	3480	580	500	780	420	140	150	160	550
ячневая	10,4	5,7	2960	480	560	510	320	160	320	120	490
кукурузная	8,3	5,7	2900	410	410	1160	210	130	160	60	360
Молочные продукты											
молоко коровье	3,2	6,38	1426	191	189	324	261	87	153	50	171
молоко козье	3,0	6,38	1295	191	172	308	233	70	143	42	136
кефир жирный	2,814,0	6,38	1177	135	160	288	230	81	110	43	141
творог жирный	18,0	6,38	5825	838	690	1282	1008	384	649	212	762
творог нежирный	2,4	6,38	7680	990	1000	1850	1450	450	809	80	930
сметана 30%жир	26,0	6,38	970	153	139	217	170	54	100	31	106
молоко сухое	7,2	6,38	9816	1207	1327	2445	1550	554	1159	350	1224
молоко сгущенное	26,8	6,38	2618	453	418	338	540	150	304	95	320
сыр голландский	17,9	-	10087	1414	1146	1780	1747	865	1067	788	1280
брынза	22,0	-	7970	1199	949	1300	1391	541	1054	510	1026

Показатели	Белок, %	Коэффициент пересчета	Содержание аминокислот мг на 100г съедобной части продукта								
			всего	валлин	изолейцин	лейцин	лизин	метионин	треонин	триптофан	фенилаланин
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Хлеб											
ржаной	5,51	5,7	1629	268	206	356	186	62	185	67	309
пшеничный	8,61	5,7	2596	420	314	631	280	142	281	103	426
сдоба с маком	7,60	5,7	2197	335	300	541	200	128	225	82	384
макаронные изделия	12,3	5,7	3374	518	470	866	249	189	331	125	626
Рыба и рыбопродукты											
треска	16,0	6,25	6810	900	700	1300	1500	500	900	210	800
скумбрия	18,0	6,25	7460	1000	1100	1600	1500	600	800	160	700
минтай	15,9	6,25	7500	900	1100	1300	1800	600	900	200	700
палтус	17,3	6,25	6690	920	870	1310	1520	500	750	180	640
картофель	2,0	6,25	720	122	86	128	135	26	97	28	98
капуста белокочанная	1,8	6,25	346	58	50	64	61	22	45	16	36
баклажаны	1,2	6,25	393	71	61	80	56	11	47	12	55
шпинат	2,9	6,25	901	133	106	200	156	34	112	39	121
грибы белые свежие	3,2	6,25	896	78	30	120	190	58	110	210	100

Содержание жирных кислот в различном жиросодержащем сырье

Название сырья	Условное обозначение	Содержание жира, %	ПНЖК, %		Всего ПНЖК, %	МНЖК, %	НЖК, %
			линолевая кислота (ω-6-кислота)	линоленовая кислота (ω-3-кислота)			
Масла растительные							
Льняное	ЛМ	99,9	15	54	69	22	9
Тыквенное	ТМ		45	15	60	32	8
Кедровое	КМ		39	14	53	37	10
Соевое	СМ		42	11	53	32	15
Ореховое	ОМ		50	5	55	29	16
Рапсовое	РМ		26	8	34	57	9
Миндальное	ММ		17	-	17	68	15
Оливковое	ОлМ		12	-	12	72	16
Подсолнечное	ПМ		66	-	66	22	12
Кукурузное	КкМ		59	-	59	25	16
Кунжутное	КнМ		45	-	45	45	10
Арахисовое	АМ		29	-	29	56	15
Хлопковое	ХМ		48	-	48	28	24
Пальмовое	ПлМ		9	-	9	44	48

Название сырья	Условное обозначение	Содержание жира, %	ПНЖК, %		Всего ПНЖК, %	МНЖК, %	НЖК, %
			линолевая кислота (ω-6-кислота)	линоленовая кислота (ω-3-кислота)			
Конопляное	КпМ	99,9	52,7	17,6	70,3	14,5	9,50
Жировое сырье животного происхождения							
Говяжий жир	ГЖ	99,7	2,5	0,6	3,1	40,6	50,9
Свиной жир	СЖ	99,7	9,4	0,7	10,1	45,56	39,64
Бараний жир	БЖ	99,7	3,1	0,9	4,0	38,9	51,2
Шпик	Ш	91,0	9,45	0,61	9,51	41,98	33,4
Масло сливочное	МС	82,5	0,84	0,07	0,91	22,77	50,25