

Министерство сельского хозяйства РФ  
Мичуринский филиал  
ФГБОУ ВПО «Брянский государственный аграрный университет»

# **Химия**

## **Раздел 1. Химический состав пищевого сырья продуктов, его технологическое значение учебное пособие**

Брянск, 2015

УДК 54(07)  
ББК 24я73

ОДОБРЕНА

УТВЕРЖДАЮ

X 46

Цикловой методической комиссией  
общефессиональных  
дисциплин

ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

Председатель

:

\_\_\_\_\_ Ивашкина Л.М.

Зам. директора по учебной  
работе:

\_\_\_\_\_ Панаскина Л.А.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

У 91

Химия: Раздел 1. Химический состав пищевого сырья, продуктов, его технологическое значение при переработке: учебное пособие / Сост. Н.А. Савелькина – Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015.- 64 с.

В учебном пособии в кратком виде изложен раздел Химический состав пищевого сырья продуктов, его технологическое значение. Особое внимание уделено химическому составу пищевого сырья продуктов питания и их изменений в процессе технологической обработки.

Пособие предназначено для студентов дневной и заочной формы обучения специальностей: 19.02.10 Технология продукции общественного питания, 19.02.03 Технология хлеба, макаронных и кондитерских изделий, 19.02.07 Технология молока и молочных продуктов, 19.02.08 Технология мяса и мясных продуктов.

Рецензенты:

Рецензенты:

Преподаватель химии Мичуринского филиала Брянского ГАУ  
Слезко А.П.

Преподаватель химии Брянского филиала Российского  
государственного университета Васина А.Н

УДК 54(07)  
ББК 24я73

Савелькина Н.А. 2015  
© ФГБОУ ВО «Брянский  
государственный  
аграрный университет»  
Мичуринский филиал,  
2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
Введение.....	4
Раздел 1. Химический состав пищевого сырья продуктов, его технологическое значение.....	5
Тема 1. Белковые вещества.....	5
Тема 2. Липиды .....	10
Тема 3. Углеводы .....	16
Тема 4. Пищевые кислоты .....	26
Тема 5. Витамины .....	27
Тема 6. Ферменты .....	33
Тема 7. Минеральные вещества .....	36
Тема 8. Пищевые добавки.....	43
Тема 9. Ароматообразующие вещества .....	46
Тема 10. Вода в пищевых продуктах .....	54
Вопросы для самоподготовки.....	57
Лабораторные работы.....	58
Литература.....	64

## **Введение**

Учебное пособие по дисциплине Химия раздела Химический состав пищевого сырья продуктов питания, его технологическое значение предназначено для знакомства с теоретическим материалом.

Целью изучения данного раздела является получение студентами знаний: о химическом составе пищевого сырья, полуфабрикатов, готовых продуктов; об общих закономерностях химических процессов, протекающих при переработке сырья в готовый продукт, о роли основных компонентов пищи в жизнедеятельности организма человека.

Задача дисциплины – изучение основных составных веществ пищевых продуктов и их роль в питании человека; ознакомление с основными химическими процессами, протекающими в результате хранения и переработки сырья в готовый продукт, с нормами ежедневного потребления пищевых веществ.

Знания, приобретенные студентами при изучении курса Химия базируются на знаниях, полученных при изучении дисциплин Органическая химия, а в ходе дальнейшего обучения, закрепляются и углубляются при изучении специальных дисциплин.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны-

**ЗНАТЬ:** Основные компоненты пищевых продуктов, их суточное потребление и роль в физиологии питания человека; основные превращения составных веществ продуктов питания в организме человека и в процессе переработки сырья в готовую продукцию.

**УМЕТЬ:** Определять основные компоненты сырья, полуфабрикатов, готовой продукции; прогнозировать изменение состава, свойств пищевых продуктов при различных видах технологической обработки сырья и полуфабрикатов.

Конспект лекций включает основные темы изучаемого раздела.

Знания, приобретенные студентами при изучении раздела Химический состав пищевого сырья продуктов питания, его технологическое значение дисциплины Химия, предназначены для знакомства с теоретическими материалами в дальнейшем, закрепляются и углубляются при изучении специальных дисциплин.

## Тема 1. Белковые вещества

### 1.1 Классификация белков

### 1.2 Неферментативные превращения белков

### 1.3 Ферментативный гидролиз белков

### 1.4. Пищевая ценность белков

#### 1.1 Классификация белков

Белковыми веществами называются высокомолекулярные органические соединения, молекулы которых состоят из остатков 20 различных  $\alpha$ -аминокислот. Белки играют огромную роль в деятельности живых организмов, в том числе и человека. 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.

Белки состоят из остатков  $\alpha$  - аминокислот соединенных **пептидной связью** (-CO – NH -), которая образуется за счет карбоксильной группы первой аминокислоты и  $\alpha$  - аминогруппы второй аминокислоты.

Существует несколько видов классификации белков.

**Классификация по строению пептидной цепочки:** различают спиралевидную форму в виде  $\alpha$  - спирали и складчатую структуру в виде  $\beta$  - спирали.

**Классификация по ориентации белковой молекулы в пространстве:**

1. **Первичная структура** представляет собой соединение аминокислот в простейшую линейную цепь за счет только пептидных связей.

2. **Вторичная структура** представляет собой пространственное расположение полипептидной цепи в виде  $\alpha$  - спирали или  $\beta$  - складчатой структуры. Структура удерживается за счет возникновения водородных связей между соседними пептидными связями.

3. **Третичная структура** представляет собой специфическое укладывание  $\alpha$  - спирали в виде глобул. Структура удерживается за счет возникновения связей между боковыми радикалами аминокислот.

4. **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.

Поддержание характерной пространственной третичной структуры белковой молекулы осуществляется за счет взаимодействия боковых радикалов аминокислот между собой с образованием связей: водородных, дисульфидных, электростатических, гидрофобных. Конфигурации перечисленных связей приведены на рисунке 2.1.

#### **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 гидроксила натрия, их представляют **глутелины**: белок клейковины пшеницы.

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

#### **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.

## **1.2 Неферментативные превращения белков**

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.

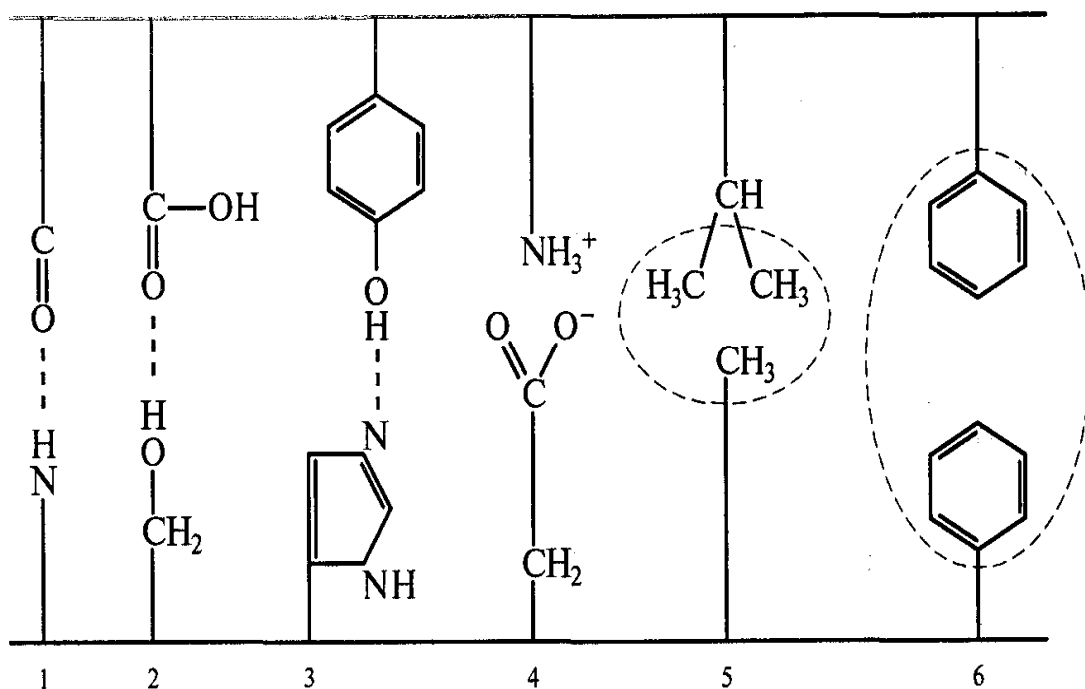


Рис. 2.1 Виды связей в молекуле белка

**Водородные:** 1- между пептидными группами; 2 – между карбоксильной группой (аспарагиновая и глутаминовые кислоты) и спиртовым гидроксилом (серин); 3- между фенольным гидроксилом и имидазолом. **Электростатическое взаимодействие:** 4 – между основанием и кислотой (аминогруппой лизина и карбоксильной группой аспарагиновой и глутаминовой аминокислот). **Гидрофобные:** 5 -при участии лейцина, изолейцина, валина, аланина; 6 – с участием фенилаланина.

**Водосвязывающая способность или гидратация.** Белки способны связывать воду, то есть проявляют гидрофильные свойства. При этом белки набухают, увеличивается их масса и объем. Гидрофильность клейковинных белков – один из признаков, характеризующих качество зерна и муки. Цитоплазма клетки представляет стабилизированную суспензию из молекул белка. В процессе технологической переработки сырья происходит связывание воды, продукты увеличиваются в объеме – набухают.

**Денатурация белков** – это процесс изменения пространственной структуры белка под влиянием внешних факторов: нагревание, механическое воздействие, химическое воздействие, физическое воздействие и т. д. При денатурации распадается четвертичная, третичная, вторичная структура белка, но сохраняются первичная структура и не изменяется химический состав белка. При денатурации меняются физические свойства белка: снижается растворимость и водосвязывающая способность, теряется биологическая активность белка. Одновременно увеличивается активность некоторых химических групп, облегчается ферментативный гидролиз белка.

При технологической переработке сырья (очистка, перемешивание, варка, обработка химическими реагентами, использование вакуума или повышенного давления) белки подвергаются денатурации, что повышает степень их усвоения.

**Пенообразование.** Белки способны образовывать высококонцентрированные системы жидкость – газ, твердое тело - газ в виде пены. Белки выполняют функцию пенообразователей в кондитерской промышленности (суфле, пастила), в хлебопечении, в производстве пива. Поверхность газовых пузырьков покрывает жидкая или твердая оболочка, состоящая из белков. При истончении этой оболочки газовые пузырьки лопаются, происходит коалесценция или слияние пузырьков, пена становится рыхлой, менее стойкой. Устойчивость структуры пены является важным фактором повышения качества пищевых продуктов, в том числе и пива.

**Меланоидинообразование (реакция Майяра).** При взаимодействии аминокрупп белков и аминокислот с карбонильными группами углеводов происходит реакция меланоидинообразования. Это окислительно-восстановительный процесс с образованием различных промежуточных продуктов, конечные продукты реакции – меланоидины имеют коричневый цвет, влияют на цвет и вкус готовых продуктов. Реакция Майяра происходит при сушке солода, при кипячении суслу с хмелем, при выпечке хлеба, при варке сахарных сиропов, при переработке овощей и фруктов. Скорость и глубина реакции меланоидинообразования зависит от состава продукта, уровня рН среды (более благоприятна слабощелочная среда), температура, влажность. Меланоидинообразование снижает активность витаминов и ферментов, что приводит к снижению пищевой ценности продуктов.

### 1.3 Ферментативный гидролиз белков

Гидролиз белков осуществляют **протеолитические ферменты**. Большое разнообразие протеолитических ферментов связано со специфичностью их воздействия на белок. Место приложения или действия протеолитического фермента связано со структурой радикалов, находящихся рядом с пептидной связью. **Пепсин** расщепляет связь между фенилаланином и тирозином, глутаминовой кислотой и цистином (метионином, глицином), между валином и лейцином. **Трипсин** расщепляет связь между аргинином (лизином) и другими аминокислотами. **Химотрипсин** – между ароматическими аминокислотами (триптофан, тирозин, фенилаланин) и метионином. **Аминопептидазы** действуют со стороны N – концевой аминокислоты, **карбоксипептидазы** со стороны C – концевой аминокислоты. Эндопептидазы разрушают белок внутри молекулы, экзопептидазы – действуют с конца молекулы. Для полного гидролиза белковой молекулы необходим набор большого количества различных протеолитических ферментов. Гидролиз белка можно представить в виде схемы:

химотрипсин		аминопептидаза			
	пепсин		пепсин	трипсин	карбоксипептадаза
аминопептидаза					
	БЕЛКИ	→	АЛЬБУМОЗЫ	→	ПОЛИПЕПТИДЫ
	ДИПЕПТИДЫ	→		→	ПЕПТИДЫ
					→



## → АМИНОКИСЛОТЫ

### 1.4 Пищевая ценность белков

Биологическая ценность белков определяется сбалансированностью аминокислотного состава по содержанию незаменимых аминокислот. В эту группу входят аминокислоты, которые не синтезируются в организме человека. К незаменимым аминокислотам относят аминокислоты: валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, лизин, треонин, метионин, триптофан. Аминокислоты аргинин и гистидин относятся к частично заменимым, так как они медленно синтезируются организмом человека. Отсутствие в пище одной или нескольких незаменимых аминокислот приводит к нарушению деятельности центральной нервной системы, останавливают рост и развитие организма, к неполному усвоению других аминокислот. Биологическая ценность белков рассчитывается по аминокислотному скору (а.с.). **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 изменяется. 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.

Суточная потребность взрослого человека в белках составляет 5 г на 1 кг массы тела или 70 - 100 г в сутки. На долю белков животного происхождения должно приходиться 55 % и растительного происхождения 45 % от суточного рациона человека.

## Тема 2. Липиды

### 2.1 Классификация липидов

### 2.2 Превращения липидов

### 2.3 Пищевая ценность липидов

#### 2.1 Классификация липидов

Липиды являются производными жирных кислот, спиртов, построенных с помощью сложноэфирной связи. В липидах также встречается простая эфирная связь, фосфоэфирная связь, гликозидная связь.

**Липидами** \ липос – жир \ называют сложную смесь органических соединений почти или полностью не растворимых в воде. Но растворимых в органических растворителях. с близкими физико-химическими свойствами.

Липиды нерастворимы в воде (гидрофобны), но хорошо растворимы в органических растворителях (бензине, хлороформе). Различают липиды растительного происхождения и животного происхождения. В растениях накапливается в семенах и плодах, больше всего в орехах (до 60 %).

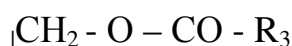
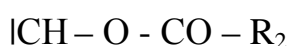
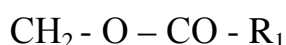
У животных липиды концентрируются в подкожных, мозговой, нервных тканях. В рыбе содержится 10-20 % , в мясе свинины до 33 %, в мясе говядины 10 % липидов.

По строению липиды разделяют на две группы:

- **простые липиды**
- **сложные липиды.**

**К простым липидам** относятся эфиры высших жирных кислот и спиртов. Относят 1.ацилглицериды (жир и масло) 2.воски

Строение жиров и масел можно представить общей формулой:



Где: радикалы жирных кислот -  $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ .

**Сложные липиды** имеют в своем составе соединения, содержащие атомы азота, серы, фосфора. В эту группу относят **фосфолипиды**. Они представлены **фосфотидной кислотой**, которая содержит только фосфорную кислоту, занимающую место одного из остатков жирных кислот, и фосфолипидами, в состав которых входят три азотистых основания. Азотистые основания присоединяются к остатку фосфорной кислоты у фосфотидной кислоты. **Фосфотидилэтанолламин** содержит азотистое основание этанолламин  $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ .

**Фосфотидилхолин** содержит азотистое основание холин  $[\text{HO} - \text{CH}_2 - (\text{CH}_3)_3 \text{N}] + (\text{OH})$ , это вещество называют **лецитин**. **Фосфотидилсерин** содержит аминокислоту серин  $\text{HO} - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$ .

Сложные липиды содержат остатки углеводов – **гликолипиды**, остатки белков – **липопротеиды**, спирт сфингозин (вместо глицерина) содержат **сфинголипиды**.

### Функции липидов

1. Гликолипиды выполняют структурные функции, входят в состав клеточных мембран, в состав клейковины зерна. Чаще всего в составе гликолипидов встречаются моносахариды D- галактоза, D – глюкоза.

2. Липопротеиды входят в состав клеточных мембран, в протоплазму клеток, влияют на обмен веществ.

3. Сфинголипиды участвуют в деятельности центральной нервной системы. При нарушении обмена и функционирования сфинголипидов развиваются нарушения в деятельности центральной нервной системы

4. Основная функция триацилглицеридов – запасание и хранение энергии.

Наиболее распространены простые липиды – **ацилглицериды**. В состав ацилглицеридов входят спирт глицерин и высокомолекулярные жирные кислоты.

Наиболее распространены среди жирных кислот насыщенные кислоты (не содержащие кратных связей) пальмитиновая ( $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ) и стеариновая ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ) кислоты и ненасыщенные кислоты (содержащие кратные связи): олеиновая с одной двойной связью ( $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ ), линолевая с двумя кратными связями ( $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ), линоленовая с тремя кратными связями ( $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$ ). Среди простых липидов главным образом встречаются триацилглицериды (содержат три одинаковых или различных остатка жирных кислот). Однако простые липиды могут быть представлены в виде диацилглицеридов и моноацилглицеридов.

В составе жиров преимущественно находятся насыщенные жирные кислоты. Жиры имеют твердую консистенцию и повышенную температуру плавления. Содержатся преимущественно в липидах животного происхождения это свиной, говяжий, утиный и др.

Масла содержат в основном ненасыщенные жирные кислоты, имеют жидкую консистенцию и низкую температуру плавления. Содержатся в липидах растительного происхождения.

Подсолнечник 35%

Хлопчатник 28%

Соя 20%

Лен 29%

Арахис 49%

Горчица 32%

Мак 45%

Восками называют сложные эфиры, в состав которых входит один высокомолекулярный одноатомный спирт с 18 - 30 атомами углерода, и одна высокомолекулярная жирная кислота с 18 – 30 атомами углерода.

Воска встречаются в растительном мире. Воск покрывает очень тонким слоем листья, плоды, предохраняя их от переувлажнения, высыхания, воздействия микроорганизмов. нарушение налета приводит к быстрой порче плодов при хранении.

Содержание воска невелико и составляет 0,01 - 0,2 %.

Среди сложных липидов распространены фосфолипиды. В составе фосфолипидов имеются заместители двух типов: гидрофильные и гидрофобные. Гидрофобными выступают радикалы жирных кислот, а гидрофильными - остатки фосфорной кислоты и азотистые основания.

Фосфолипиды участвуют в построении мембран клетки, регулируют поступление в клетку питательных веществ.

При извлечении липидов из масличного сырья в масло переходят различные жирорастворимые соединения: фосфолипиды, пигменты, жирорастворимые витамины, стеролы и стерины

По степени очистки масла подразделяются на:

1. сырые – подвергнутые только фильтрации.
2. нерафинированные-подвергнутые только частичной очистке: отстаиванию, фильтрацию промывке водой и нейтрализации.
3. рафинированное полная очистка.

Извлекаемая смесь называется «сырой жир». При очистке (рафинировании) растительных масел практически все компоненты, сопутствующие маслам удаляются, что значительно снижает пищевую ценность масла.

Из жирорастворимых пигментов следует отметить группу каротиноидов – предшественников витамина А. По химической природе это углеводороды. Это вещества красно-оранжевого цвета. Хлорофилл – зеленый краситель растений.

Стероиды это циклические соединения, имеющие структуру пергидроциклопентанофенантрена. Из стероидов большое влияние на человека оказывает холестерин. Он участвует в обмене гормонов, желчных кислот.

## 2.2 Превращения липидов

Превращения липидов можно разделить на реакции, протекающие с участием сложноэфирных групп, и с участием радикалов углеводов.

**Гидролиз липидов.** Различают три варианта гидролиза липидов:

- **Кислотный** гидролиз проходит в присутствии растворов кислот;
- **Щелочной** гидролиз проходит в присутствии растворов щелочей;
- **Ферментативный** гидролиз проходит под действием фермента липаза.

В результате гидролиза липидов осуществляется разрушение сложноэфирной группировки. Из триацилглицеридов образуются вначале ди-, затем моноацилглицериды, а далее многоатомный спирт глицерин и свободные жирные кислоты.

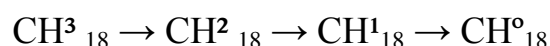
Гидролитический распад липидов пищевых продуктов является одной из причин ухудшения их качеств, в конечном счете – их порче. Процессы гидролиза липидов ускоряются при повышенной влажности, повышенной температуре хранения, активности фермента липазы.

**Переэтерификация липидов.** Эта реакция приводит к обмену остатками жирных кислот у липидов. Различают внутримолекулярную переэтерификацию, когда ацильный радикал мигрирует внутри молекулы липида, и межмолекулярную переэтерификацию, когда ацильный радикал мигрирует между различными молекулами липидов. Эта реакция приводит к изменению физико-химических свойств жировых смесей.

Переэтерификация высокоплавких животных жиров с жидкими растительными маслами позволяет получить пластичные жиры, которые являются основой для получения маргарина. Возможно также получение аналога молочного жира, кондитерского жира.

**Гидрирование липидов.** При гидрировании липидов происходит разрыв кратных связей у остатков жирных кислот с присоединением водорода. При этом можно направленно изменять жирно-кислотный состав исходного липида. В первую очередь расщепляются кратные связи линоленовой кислоты, затем линолевой, затем олеиновой. В конечном итоге образуется стеариновая кислота. В результате реакции гидрирования получается продукт с заранее заданными свойствами, его называют саломас. Саломасы применяют в производстве маргарина.

Реакция гидрирования протекает по схеме:



линоленовая линолевая олеиновая стеариновая

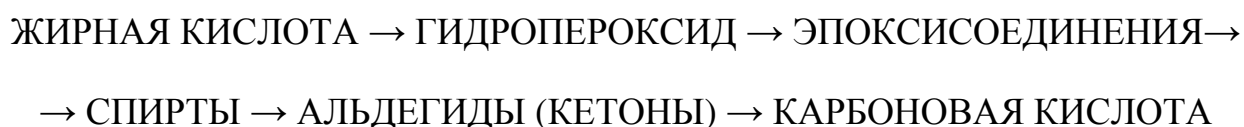
кислота кислота кислота кислота

**Окисление липидов.** Липиды подвергаются окислению кислородом воздуха. Первыми продуктами окисления являются гидропероксиды, которые

внедряются в радикал карбоновой кислоты. Быстрее всего воздействие оказывается на углерод, ближайший к кратной связи, а у насыщенных жирных кислот атакуется кислородом середина цепочки жирных кислот.

Образовавшиеся гидропероксиды неустойчивы, в результате их превращения разрывается цепочка атомов углерода, образуются вторичные продукты окисления: эпоксисоединения, спирты, альдегиды, реже кетоны, карбоновые кислоты с углеродной цепочкой короче, чем у жирной кислоты.

Процесс окисления липида можно представить в виде схемы:



Окисление липидов кислородом воздуха является автокаталитическим процессом. Окисление идет по цепному пути, продукты окисления способны реагировать друг с другом и образовывать полимеры. Направление и глубина окисления зависят от состава жирных кислот. С увеличением степени непредельности жирных кислот возрастает скорость их окисления.

Скорость окисления составляет:



линоленовая линолевая олеиновая

кислота кислота кислота

Окисление насыщенных жирных кислот происходит значительно медленнее, чем ненасыщенных.

На скорость окисления липидов оказывает влияние присутствие влаги, свет, металлов переменной валентности (Pb, Cu, Co, Mn, Fe), антиокислителей. К антиокислителям относят вещества, присутствие которых приводит к обрыву цепей окисления. Вместо активных радикалов, которые бы инициировали процесс окисления, образуются стабильные радикалы, которые не участвуют в этом процессе. Из природных антиокислителей часто применяют текоферол (витамин E), из синтетических - соединения фенольной природы: ионол, Бутилгидрокситолуол (БОТ), Бутилгидроксианизол (БОА), пропилгаллаты. При внесении антиоксидантов в количестве 0,01 % стойкость жиров к окислению увеличивается в 10 – 15 раз. Подробнее различные антиокислители рассматриваются в дисциплине «Пищевые и биологически активные добавки».

Окисление липидов может проходить при действии биологических катализаторов – ферментов. В процессе ферментативного окисления липидов совместно участвуют ферменты липаза и липоксигеназа. На первом этапе окисления липаза осуществляет гидролиз триацилглицеридов. Этот этап еще называют ферментативное прогоркание. Затем липоксигеназа катализирует образование гидропероксидов ненасыщенных жирных кислот (чаще это линолевая и линоленовая кислоты). Свободные жирные кислоты окисляются быстрее, чем их

остатки, входящие в состав молекулы липида. При распаде гидропероксида образуются вещества, аналогичные продуктам окисления кислородом - образуются вторичные продукты окисления: эпоксисоединения, спирты, альдегиды, реже кетоны, карбоновые кислоты с углеродной цепочкой короче, чем у жирной кислоты.

В процессе окисления липидов образуются различные вещества, которые имеют неприятный вкус и запах (появляется «осаливание», «прогорклость», «запах олифы»), изменяется цвет продукта. В результате снижается пищевая и физиологическая ценность, а продукты могут оказаться непригодными в пищу (пищевая порча жиров). Наименее стойки при хранении сливочное масло, маргарин, кулинарный жир.

### 2.3 Пищевая ценность липидов

Пищевые жиры и масла являются обязательным компонентом пищи, источником энергетического и пластического материала для человека, поставщиком необходимых веществ, таких как: ненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, жирорастворимые витамины, стерины. Рекомендуемое содержание жиров в рационе человека по калорийности составляет 30 – 33 % или 90 – 107 г в сутки. Среднем считается норма в 102 г в сутки. В питании имеет значение не только количество, но и химический состав жиров. Линолевая и линоленовые кислоты не синтезируются в организме человека, арахидоновая кислота синтезируется из линолевой кислоты при участии витамина В<sub>6</sub>. Поэтому они получили название **незаменимых** или **эссенциальных жирных кислот**. В последние годы часто употребляется термин «полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега – 3», в эту группу входят  $\alpha$  – линоленовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая кислоты, содержащие несколько кратных связей и «полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега – 6», в эту группу входит арахидоновая кислота.

Ненасыщенные жирные кислоты участвуют в расщеплении липопротеидов, холестерина, предотвращают образование тромбов, снижают воспалительные процессы.

Липиды оказывают влияние на обмен веществ в клетках, входят в состав клеточных мембран, влияют на кровяное давление, выводят из организма холестерин, при этом повышается эластичность стенок кровеносных сосудов. Повышенной биологической активностью обладают арахидоновая и линолевые кислоты. Среди продуктов питания наиболее богаты полиненасыщенными жирными кислотами растительные масла. Арахидоновая кислота содержится в яйцах, субпродуктах. Сбалансированный состав ежедневного рациона человека должен содержать 10 – 20 % полиненасыщенных жирных кислот, 50 – 60 % мононенасыщенных жирных кислот, 30 % насыщенных жирных кислот. Это обеспечивается при использовании в рационе одной трети растительных и двух третей животных жиров.

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  $\beta$ - каротина, животные жиры – источник жирорастворимых витаминов А, D.

Искусственные жировые продукты представляют собой жиры основой которого является гидрогенизированный жир – **саломас**.

**Он получается при воздействии** на ненасыщенные жирные кислоты при высокой T

## Тема 3. Углеводы

### 3.1 Классификация и строение углеводов

### 3.2 Превращения моно и дисахаридов

### 3.3 Ферментативный гидролиз полисахаридов

### 3.4 Пищевая ценность углеводов

### 3.1 Классификация и строение углеводов

Углеводами называются полиоксиальдегиды и полиоксикетоны, а также соединения, которые превращаются в них после гидролиза.

Углеводы подразделяются на три группы:

- моносахариды;
- олигосахариды или дисахариды;
- полисахариды.

**Моносахариды** обычно содержат пять или шесть атомов углерода. Из пентоз распространены: **арабиноза, ксилоза, рибоза**. Из гексоз часто встречаются: **глюкоза, фруктоза, галактоза**.

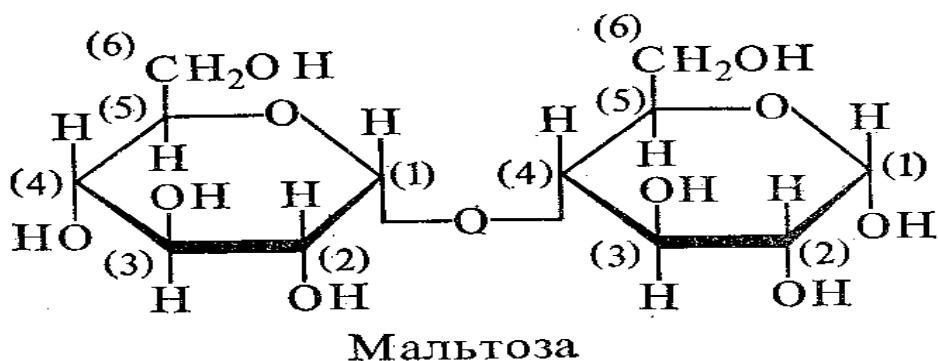
**Рибоза** является важнейшей составной частью биологически активных молекул, ответственных за передачу наследственной информации, перенос химической энергии, необходимой для осуществления многих биохимических реакций живого организма, так как входит в состав рибонуклеиновой кислоты (РНК), дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), аденозинтрифосфата (АТФ) и т.д. **Арабиноза и ксилоза** входят в состав полисахарида гемицеллюлозы. **Глюкоза** входит в состав фруктов 2-8 %, в состав полисахаридов: крахмала, гликогена, целлюлозы, гемицеллюлозы, а также в состав дисахаридов: мальтоза, целлобиоза, сахароза, лактоза. **Фруктоза** входит в состав фруктов 2-8 %, является составной частью дисахарида сахароза. **Галактоза** является составной частью дисахарида лактоза, производные галактозы входят в состав полисахарида пектин.

**Олигосахариды** являются полисахаридами первого порядка, то есть состоят их 2-10 остатков моносахаридов, соединенных гликозидными связями. Из олигосахаридов более распространены дисахариды, важное практическое значение в бродильных производствах имеют декстрины, состоящие из трех, четырех и более остатков глюкозы.

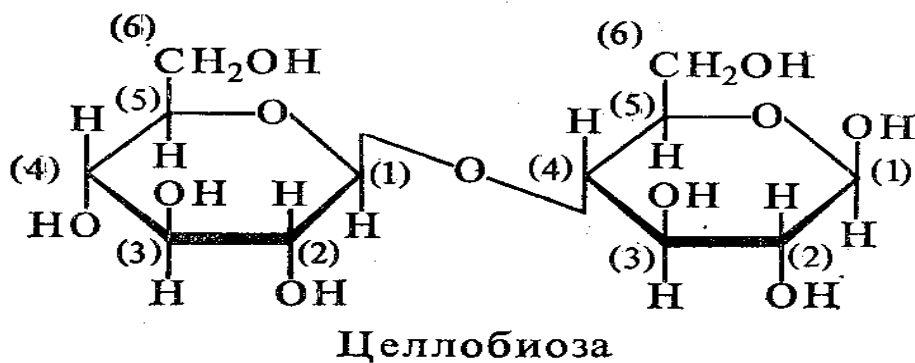


Из дисахаридов разделяют восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. К **восстанавливающим** относят дисахариды, имеющие свободный полуацетальный гидроксил, это **мальтоза, целлобиоза, лактоза**. К **невосстанавливающим** относят дисахариды, у которых в образовании гликозидной связи участвует два полуацетальных гидроксильных, это дисахариды **сахароза и трегалоза**.

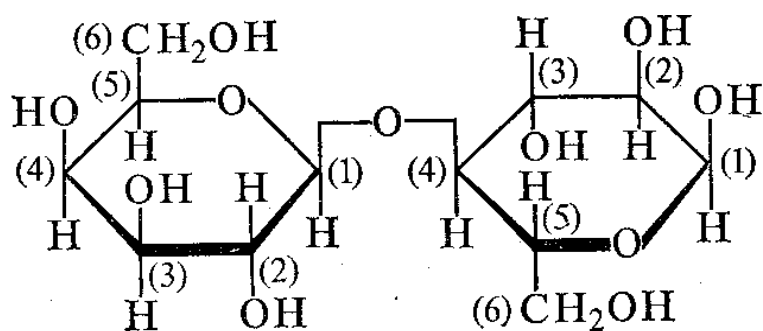
В состав мальтозы входит  $\alpha$ -D-глюкопираноза связь 1,4. Мальтоза образуется в качестве промежуточного продукта гидролиза крахмала или гликогена.



В состав целлобиозы входит  $\beta$ -D-глюкопираноза связь 1,4. Целлобиоза входит в состав полисахарида целлюлоза и образуется в качестве промежуточного продукта ее гидролиза.

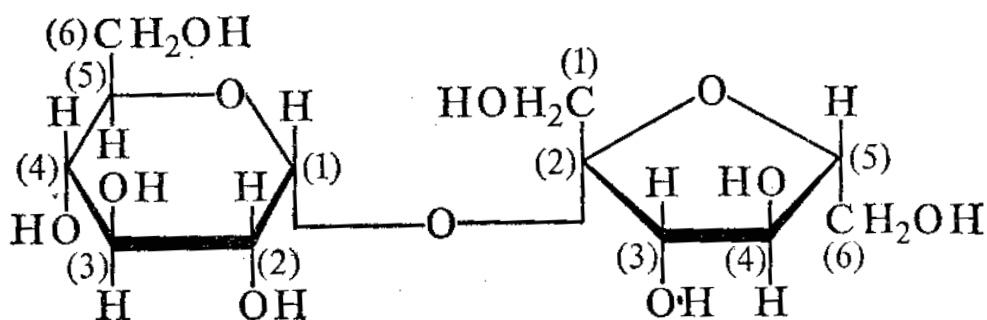


В состав лактозы входит  $\beta$ -D-галактопираноза и  $\alpha$ -D-глюкопираноза связь 1,4. Лактоза содержится в молоке и молочных продуктах, часто называется молочным сахаром. На рисунке формула глюкозы приведена в перевернутом виде



Лактоза

В состав сахарозы входит  $\beta$ -D-фруктофураноза и  $\alpha$ -D-глюкопираноза связь 1,2. Сахароза входит в состав распространенного пищевого продукта- сахара. Гидролиз сахарозы осуществляет фермент **инвертаза** или  $\beta$ -фруктофуранозидаза, при гидролизе сахарозы образуется фруктоза и глюкоза. Этот процесс называется инверсия сахарозы. Продукты гидролиза сахарозы улучшают вкус и аромат продуктов, предупреждают черствение хлеба.



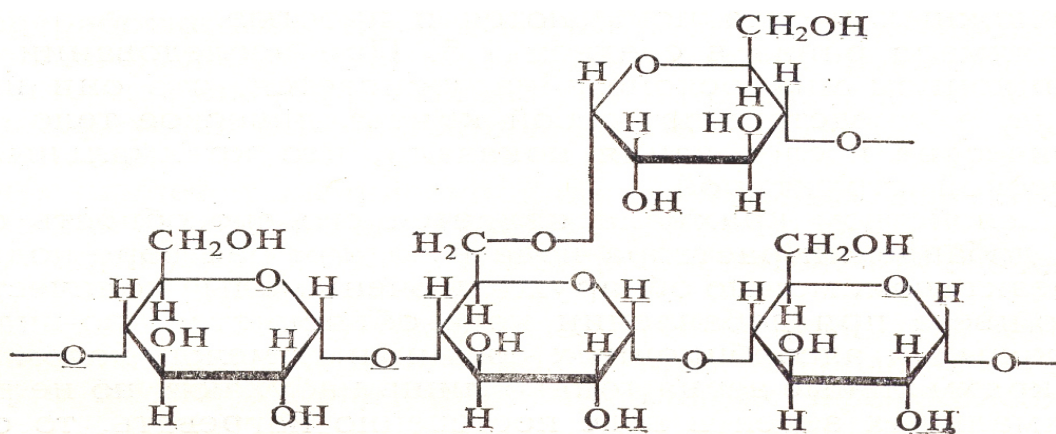
САХАРОЗА

В состав трегалозы входит  $\alpha$ -D-глюкопираноза связь 1,1. Трегалоза входит в состав углеводов грибов и редко встречается среди растений.

**Полисахариды второго порядка** состоят из большого количества остатков углеводов. По строению полисахариды могут состоять из моносахаридных единиц одного типа - это гомополисахариды, а также из мономерных звеньев двух и более типов – это гетерополисахариды. Полисахариды могут иметь линейное строение или разветвленное строение.

**Крахмал** состоит из остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы. Связь 1,4 у линейной структуры крахмала, которая называется **амилоза** и связи 1,4 и 1,6 у разветвленной структуры крахмала, которая называется **амилопектин**. Крахмал является основной углеводной составляющей пищи человека. Это главный энергетический ресурс человека.

**Гликоген** состоит из остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы, связь 1,4 и 1,6, разветвление у гликогена находится через каждые 3-4 звена глюкозы. Гликоген является запасным питательным веществом живой клетки. Гидролиз гликогена осуществляют амилолитические ферменты.

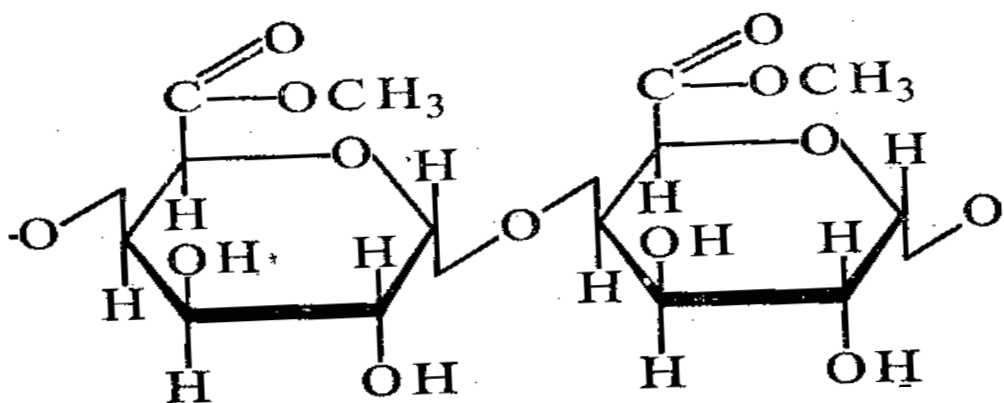


### КРАХМАЛ

**Целлюлоза или клетчатка** состоит из остатков  $\beta$ -D-глюкопиранозы связь 1,4. Целлюлоза является распространенным растительным полисахаридом, входит в состав древесины, скелета стеблей и листьев, оболочки зерновых культур, овощей и фруктов. Целлюлоза не расщепляется ферментами желудочно-кишечного тракта человека, поэтому в питании человека играет роль балластного вещества – пищевых волокон, способствующих очистке кишечника человека.

**Пектиновые вещества** состоят их остатков галактуроновой кислоты и метоксилированной галактуроновой кислоты, соединенных  $\alpha$  - (1,4) - гликозидными связями. Различают три разновидности пектиновых веществ:

- **протопектин или нерастворимый пектин**, находится в связанном состоянии с гемицеллюлозой, целлюлозой или белком;
- **растворимый пектин** имеет высокую степень этерификации с остатками метилового спирта. Растворимый пектин способен в кислой среде и в присутствии сахара образовывать желе и гели;
- **пектовые кислоты** не имеют остатков метилового спирта, при этом пектовая кислота теряет способность образовывать желе и гели.



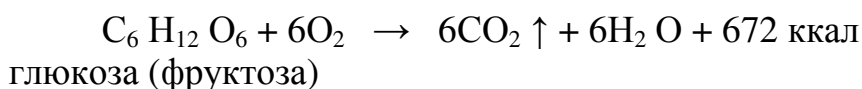
### МЕТОКСИЛИРОВАННАЯ ПОЛИГАЛАКТУРОНОВАЯ КИСЛОТА

Пектин имеет молекулярную массу 20-30 тыс. единиц, не усваивается организмом человека, относится к балластным углеводам (пищевым волокнам).

**Гемицеллюлозы** являются гетерополисахаридами, так как в их состав входят β -D- глюкопираноза, связь 1,4 (до 70 %) и 1,3 (до 30 %), β -D-ксилопираноза, связь 1,4 и β -L- арабофураноза, связь 1-2 и 1-3. Реже встречаются остатки галактозы и маннозы. Молекулярный вес гемицеллюлоз 60 тысяч единиц. Гемицеллюлозы входят в состав клеточных оболочек растений, в том числе в оболочки стенок крахмальных зерен, затрудняя действие амилолитических ферментов на крахмал.

### 3.2 Превращения моно и дисахаридов

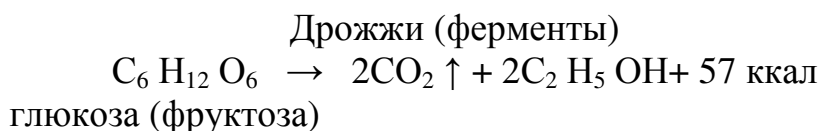
**Дыхание** это экзотермический процесс ферментативного окисления моносахаридов до воды и диоксида углерода:



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:

молочнокислые  
 бактерии (ферменты)  
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3 - CH(OH) - COOH + 52 \text{ ккал}$   
 глюкоза (фруктоза)

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:

маслянокислые  
 бактерии (ферменты)  
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH + 2CO_2 \uparrow + 2H_2 \uparrow$   
 Моносахариды

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*:

плесневый гриб (ферменты)  
 $C_6H_{12}O_6 + [O] \rightarrow COOH - CH_2 - C \begin{matrix} OH \\ | \\ COOH \end{matrix} - CH_2 - COOH$   
 глюкоза (фруктоза)

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

**Карамелизация.** Реакция карамелизации осуществляется при нагреве свыше 100 °С растворов глюкозы, фруктозы, сахарозы. При этом происходят различные превращения углеводов. При нагревании сахарозы в слабокислой среде происходит частичный **гидролиз (инверсия)** с образованием глюкозы и фруктозы. От молекул глюкозы и фруктозы при нагревании может отщепляться три молекулы воды, происходит дегидратация с образованием оксиметилфурфуrolа, дальнейшее разрушение которого приводит к разрушению углеродного скелета и образованию муравьиной и левулиновой кислот. Оксиметилфурфуrol образуется при нагревании растворов углеводов низкой концентрации – 10 - 30 %, это вещество имеет коричневый цвет и специфический запах пропеченной корочки хлеба.

На первом этапе реакции карамелизации от молекулы сахарозы отщепляется две молекулы воды. Образуется **карамелан**, состоящий из ангидроколец, содержащих в кольце двойные связи (дигидрофуран, циклогексанолон и другие соединения), которые имеют коричневый цвет. На втором этапе отщепляется три молекулы воды и образуется **карамелен**, имеющий темнокоричневый цвет. На третьем этапе происходит конденсация молекул сахарозы и образуется **карамелин**, имеющий темнокоричневый цвет, плохо растворимый в воде. Карамелизация сахарозы осуществляется при содержании сахарозы 70 - 80 %.

Схема превращения дисахаридов при нагревании:

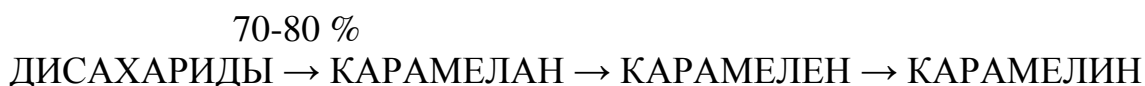
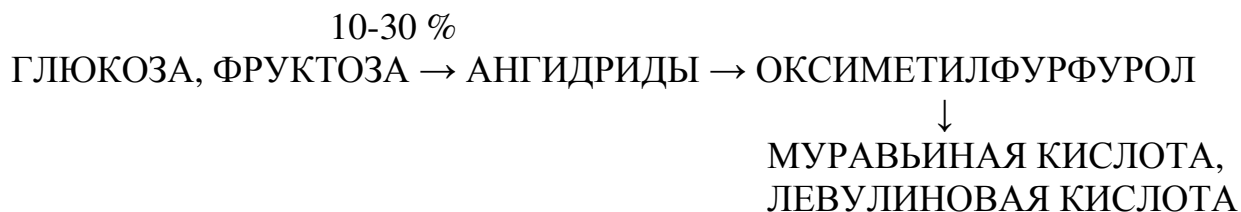


Схема превращения моносахаридов при нагревании:



**Меланоидинообразование или реакция Майяра.** Реакция взаимодействия восстанавливающих дисахаридов и моносахаридов с аминокислотами, пептидами, белками. В результате взаимодействия карбонильной (альдегидной или кетонной) группы углеводов и аминокислот происходят многостадийные превращения продуктов реакции с образованием глюкозамина, который подвергается перегруппировке по Амадори и Хейтсу, затем образуются меланоидиновые пигменты, имеющие темно-коричневый цвет, специфический вкус и запах. Реакция меланоидинообразования является основной причиной неферментативного потемнения пищевых продуктов. Такое потемнение происходит при выпечке хлеба, при сушке солода, при кипячении суслу с хмелем в производстве пива, при сушке фруктов. Скорость реакции зависит от состава взаимодействующих продуктов, рН среды, температуры, влажности. В результате реакции меланоидинообразования снижается содержание углеводов и аминокислот, в том числе и незаменимых, на 25 %, что приводит к изменению качества готового продукта, снижению его пищевой и энергетической ценности. Имеются сведения, что продукты реакции меланоидинообразования обладают антиоксидантными свойствами, снижают усвоение белков.

Схема взаимодействия восстанавливающих дисахаридов и моносахаридов с аминокислотами в упрощенном виде:



### 3.3 Ферментативный гидролиз полисахаридов

Гидролиз крахмала осуществляют **амилолитические ферменты**. Фермент  **$\alpha$ -амилаза** гидролизует крахмал действуя хаотично, разрывает 1,4 связь с образованием **декстринов** и небольшого количества мальтозы. Фермент  $\alpha$ -амилаза действуя на крахмальное зерно образует каналы, раскалывая полисахарид на части. Схема гидролиза крахмала приведена на рисунке 3.1.

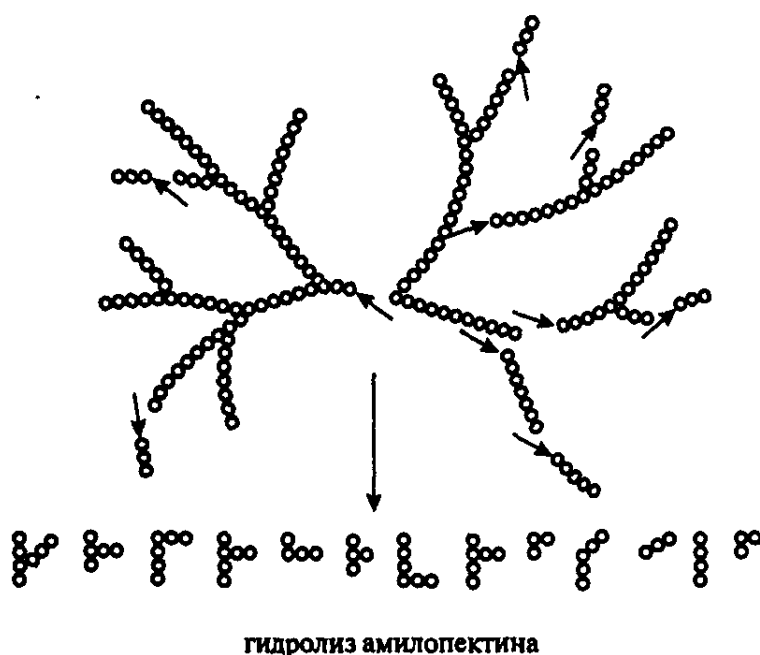
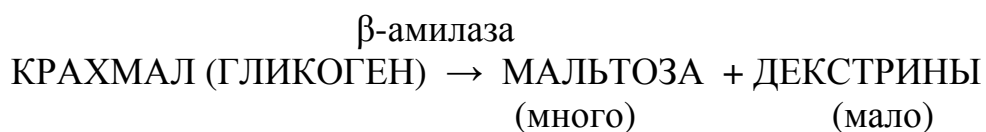
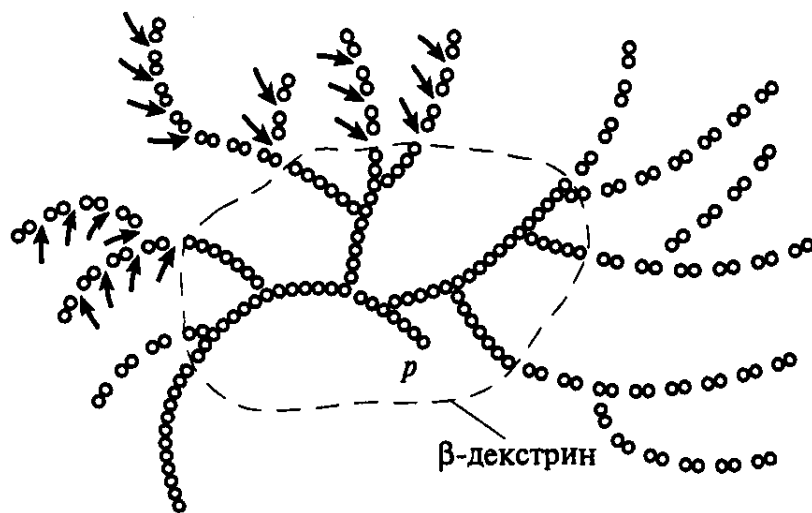


Рис. 3.1- Схема гидролиза крахмала ферментом  $\alpha$ -амилаза

Фермент  **$\beta$ -амилаза** гидролизует крахмал действуя с конца цепочки, разрывает связь 1,4 и образует **мальтозу**, в местах разветвления амилопектина действие  $\beta$ -амилазы прекращается, в этом случае остается небольшое количество декстринов. Схема гидролиза крахмала ферментом  $\beta$ -амилаза представлена на рисунке 3.2.





гидролиз амилопектина

Рис. 3.2- Схема гидролиза крахмала ферментом β –амилаза

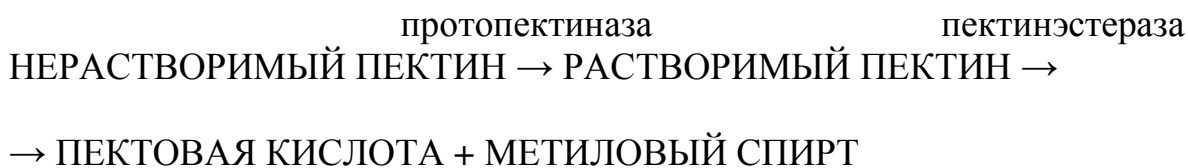
Фермент **глюкоамилаза** действует с конца цепочки, отщепляет одну молекулу глюкозы, разрывает 1,4 связь, в местах разветвления амилопектина действие глюкоамилазы прекращается и остается небольшое количество непрогидролизованых декстринов. Фермент **олиго- 1,6- гликозидаза** расщепляет 1,6 связь с образованием декстринов. Фермент **изомальтаза** гидролизует дисахарид изомальтоза до глюкозы. Гидролиз крахмала является важнейшей реакцией, происходящей при технологической переработке сырья в производстве пива, спирта.

**Гидролиз гликогена** осуществляют амилолитические ферменты.

**Гидролиз пектина** осуществляют пектолитические ферменты.

Растворимый пектин переходит из нерастворимого пектина в растворимое состояние при действии фермента **протопектиназа** или в присутствии разбавленных кислот. При этом пектин отщепляется от гемицеллюлозы или других связывающих компонентов. Растворимый пектин способен в кислой среде и в присутствии сахара образовывать желе и гели;

Пектовые кислоты образуются из растворимого пектина при действии фермента **пектаза** (пектинэстераза) или в присутствии разбавленных щелочей, при этом пектовая кислота теряет способность образовывать желе и гели. В результате действия фермента пектаза от растворимого пектина отщепляется метиловый спирт. Ферментативный гидролиз пектина можно представить в виде схемы:



**Гидролиз гемицеллюлоз** осуществляют **цитолизические ферменты**, которые включают **эндо-β- глюконазу, арабинозидазу и ксиланазу.**



Гемицеллюлозы не способны растворяться в воде, значительно затрудняют гидролиз крахмала. При действии фермента эндо-β- глюконаза отщепляется остаток глюкозы, при действии фермента **арабинозидаза** отщепляется остаток арабинозы, а при действии фермента **ксилоназа** отщепляется остаток ксилозы. При частичном гидролизе гемицеллюлозы образуются **гуммивещества** или амиланы, которые имеют меньшую молекулярную массу, растворяются в воде, образуя вязкие растворы. От степени гидролиза гемицеллюлоз зависит скорость гидролиза крахмала при осахаривании солода в производстве пива, длительность фильтрации затора.

### 3.4 Пищевая ценность углеводов

Одна из важнейших функций низкомолекулярных углеводов это придание сладкого вкуса продуктам питания. В таблице приведена характеристика относительной сладости различных углеводов и сахарозаменителей по сравнению с сахарозой, сладость которой принята за 1 единицу.

Углеводы являются основным источником энергии для человека, при усвоении 1 г моно или дисахарида выделяется 4 ккал энергии. Суточная потребность человека в углеводах составляет 400 - 500 г, в том числе моно и дисахаридов 50 - 100 г. Балластных углеводов (пищевых волокон) – целлюлозы и пектиновых веществ в сутки необходимо употреблять 10 - 15 г, они способствуют очищению кишечника и нормализуют его деятельность. Избыток углеводов в питании приводит к ожирению, так как углеводы используются для построения жирных кислот, а также приводит к нарушению деятельности нервной системы, к аллергическим реакциям.

1

Относительная сладость (ОС) углеводов и сахарозаменителей.

Углеводы	ОС	Углеводы или сахарозаменители	ОС
Сахароза	1	α-D-лактоза	0,16
β-D-фруктоза	1,8	β-D-лактоза	0,32
α-D-глюкоза	0,74	Ксилоза	0,40
β-D-глюкоза	0,82	Сорбит	0,63
α-D-галактоза	0,32	Ксилит	0,90
β-D-галактоза	0,21	Цикломаты	30
α-D-манноза	0,32	Аспартам	180
β-D- манноза	Горькая	Сахарин	500

## Тема 4. Пищевые кислоты

Продукты питания содержат различные органические кислоты, которые объединяют в группу пищевых кислот. Пищевые кислоты накапливаются в растительном сырье в результате биохимических превращений на стадии развития растения, также кислоты могут накапливаться вследствие биохимических изменений в ходе технологического процесса приготовления продуктов питания (спиртовое брожение, молочнокислое брожение). Пищевые кислоты могут быть внесены в пищевую систему в ходе технологического процесса для регулирования рН, придания определенного вкуса (напитки), для формирования определенной консистенции (молочные продукты, кондитерские изделия).

Вносимые пищевые кислоты в процессе производства продуктов отнесены к группе пищевых добавок. Их использование не лимитируется в гигиеническом отношении, а регламентируется технологическими инструкциями на конкретные пищевые продукты. Повышенной токсичностью обладает фумаровая кислота, для которой установлен уровень ДСД допустимой суточной дозы – 6 мг/кг массы тела человека.

**Уксусная кислота** используется в виде эссенций 70 - 80 % концентрации и в виде столового уксуса 9 % концентрации. Применяются также соли уксусной кислоты – ацетаты. Основная область применения уксусной кислоты – приготовление овощных консервов.

**Молочная кислота** используется в виде 40 % раствора и концентрата 70 % раствора. Соли молочной кислоты называются лактатами. Молочная кислота применяется в производстве пива (подкисление затора), безалкогольных напитков, кондитерских изделий, кисломолочных продуктов.

**Лимонная кислота** используется в виде кристаллов белого цвета, полученных биохимическим синтезом из плесневого гриба *Aspergillus niger*. Соли лимонной кислоты называются цитраты. Лимонная кислота имеет мягкий вкус, меньше раздражает слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта. В высоких концентрациях лимонная кислота содержится в цитрусовых плодах. Применяется в производстве напитков, соков, кондитерских изделий, рыбных консервов.

**Яблочная кислота** используется в виде кристаллов белого или желтоватого цвета. Соли яблочной кислоты называются малаты. Яблочная кислота имеет мягкий вкус, не раздражает слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта. В высоких концентрациях яблочная кислота содержится во фруктах. Применяется в производстве напитков, кондитерских изделий.

**Винная кислота** используется в виде кристаллов белого или желтоватого цвета. Получают при переработке отходов виноделия. Соли винной кислоты называются тартраты. Винная кислота имеет мягкий вкус, меньше раздражает слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта. Содержится в винограде. Применяется в производстве напитков, кондитерских изделий.

Реже в производстве продуктов питания используются кислоты: **адипиновая, янтарная, фумаровая.**

**Фосфорная кислота** является представителем минеральных кислот, однако она широко представлена в в пищевом сырье и продуктах питания, особенно

распространены соли фосфорной кислоты – фосфаты. Фосфорная кислота входит в состав сложных органических соединений: фосфолипиды, нуклеиновые кислоты, АТФ (аденозинтрифосфат). В высоких концентрациях фосфаты содержатся в молочных, мясных продуктах, в орехах. Применяется в производстве напитков, кондитерских изделий.

Пищевые продукты содержат различные **аминокислоты**: аланин, валин, серин, лизин, метионин и др., входящие в состав белков. Продукты питания содержат различные липиды, в состав которых входят **жирные кислоты**: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линолековая и другие. **Ароматическая кислота** – бензойная кислота является природным консервантом, она содержится в некоторых ягодах.

## Тема 5. Витамины

### 5.1 Классификация витаминов

### 5.2 Жирорастворимые витамины

### 5.3 Водорастворимые витамины

### 5.4 Витаминоподобные соединения

### 5.5 Витаминизация продуктов питания

### 5.1 Классификация витаминов

Витамины - биорегуляторы биохимических и физиологических процессов, протекающих в живых организмах. Витамины являются низкомолекулярными органическими соединениями различной химической природы. Для нормальной жизнедеятельности человеку витамины необходимы в небольших количествах. Нормы суточного потребления витаминов приведены в таблице 6.1. Так как витамины не синтезируются организмом, они должны поступать в необходимом количестве с пищей в качестве ее обязательного компонента. Отсутствие или недостаток витаминов в организме человека вызывает болезни недостаточности – авитаминозы. При избыточном приеме витаминов, значительно превышающем физиологические нормы, могут развиваться гипervитаминозы. Это характерно для жирорастворимых витаминов, доля которых в суточном рационе человека невысока.

В качестве единицы измерения витаминов пользуются размерностью мг % = 0,001 г (миллиграммы витаминов в 100 г продукта), мкг % = 0,001 мг % (микрограммов витаминов в 100 г продукта).

Ряд витаминов представлены не одним, а несколькими соединениями, обладающими сходной биологической активностью, например: пиридоксин витамин В<sub>6</sub> включает пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин.

Различают собственно **витамины** и **витаминоподобные вещества**. К витаминоподобным веществам относятся: биофлавоноиды (витамин Р), пангамовая кислота (витамин В<sub>15</sub>), парааминобензойная кислота (витамин Н<sub>1</sub>), ортовая кислота

(витамин В<sub>13</sub>), холин (витамин В<sub>4</sub>), инозит (витамин Н<sub>3</sub>), метилметионинсульфоний (витамин U), липолева кислота, карнитин (витамин В). Витаминоподобные соединения также участвуют в биохимических процессах организма человека.

По растворимости витамины разделены на две группы:

- **водорастворимые**, такие как В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, С;
- **жирорастворимые**, такие как А, Е, Д, К.

## 5.2 Жирорастворимые витамины

**Витамин А (ретинол).** Витамин является непредельным одноатомным спиртом, участвует в биохимических процессах, связанных с деятельностью мембран клеток, влияет на рост костей, зрение человека. При недостатке витамина замедляется рост костей, наблюдается поражение слизистой оболочки дыхательных путей, пищеварительной системы, страдает зрение. Витамин А обнаружен в продуктах животного происхождения в рыбьем жире – 14 мкг %, в печени трески – 4 мкг %, в молоке – 0,025 мкг %.

В растительных продуктах содержится провитамин А – β – каротин, имеющий красно-оранжевый цвет. Из одной молекулы β - каротина в организме человека образуется две молекулы витамина А. Больше всего β - каротина находится в моркови – 10 мг %, в томатах – 1 мг %, он присутствует в овощах и фруктах, имеющих красно-оранжевую окраску.

Витамин А быстро разрушается при действии света, воздуха, в присутствии тяжелых металлов. При быстром окислении липидов происходит и окисление витамина А, растворенного в липидах. При переработке сырья теряется до 30 % витамина А, но при сушке теряется до 90 %. В соках и напитках витамин хорошо сохраняется при хранении.

**Витамин Е (токоферол).** Токоферолы регулируют свободнорадикальные реакции в клетках, предотвращают окисление ненасыщенных жирных кислот в липидах клеточных мембран, влияют на синтез ферментов, обладает выраженным антиокислительным действием и используется в качестве антиоксиданта. При недостатке витамина наблюдается поражение миокарда, сердечнососудистой и нервной системы, функции размножения. Витамин Е распространен в растительном сырье: в масле соевом – 115 мкг %, подсолнечном – 42 мкг %, в зернопродуктах – 5 мкг %. Витамин Е устойчив при нагревании, медленно разрушается под действием ультрафиолетовых лучей, кислорода воздуха, в присутствии тяжелых металлов. При переработке сырья теряется 10 - 20 % витамина.

**Витамин Д (эргостерол, кальциферол, эргокальциферол).** Витамин регулирует содержание кальция и фосфора в крови, участвует в формировании костных тканей. Витамин Д способен синтезироваться в коже человека под влиянием ультрафиолетовых лучей. При недостатке витамина у детей развивается рахит, у взрослых наблюдается остеопороз – разжижение, истончение костей, что приводит к кариесу зубов, переломам костей. Витамин Д содержится в продуктах животного происхождения: в рыбьем жире - 125 мкг %, в печени трески – 100 мкг %, в говяжьей печени - 2,5 мкг %, в желтке яйца - 2,2 мкг %. Витамин устойчив при

хранении и технологической переработке. При сушке теряется максимальное количество до 30 % витамина Д.

**Витамин К (филлохинон К<sub>1</sub> и метакхинон К<sub>2</sub>).** Витамин К необходим для нормализации свертывания крови, участвует в образовании компонентов крови. При недостатке развивается язвенная болезнь. Основные источники витамина: зеленые культуры, такие как укроп, петрушка, капуста (в растительном сырье встречается филлохинон), мясо, печень (в сырье животного происхождения встречается метакхинон). Частично витамин К синтезируются микрофлорой кишечника.

### 5.3 Водорастворимые витамины

**Витамин С или аскорбиновая кислота.** В химическом отношении представляет собой  $\gamma$  - лактон - 2,3 дегидро - 4 - гулоновой кислоты.

Антицинготный фактор. Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, повышает иммунитет человека. Все необходимое количество витамина С человек получает с пищей. Основные источники витамина С это овощи, фрукты, ягоды: капуста содержит 50 мг %, картофель - 20 мг %, черная смородина - 300 мг %, шиповник до 1000 мг %. Витамин С крайне неустоек, легко разрушается кислородом воздуха, на свету, в присутствии ионов тяжелых металлов. Более устойчив витамин в кислой среде, чем в щелочной, поэтому его содержание в овощах и плодах при хранении быстро снижается. Исключение составляет свежая капуста. При тепловой обработке разрушается 25 - 60 % витамина С.

**Витамин В<sub>1</sub> (тиамин).** Необходим для нормальной деятельности центральной нервной системы. Участвует в регулировании углеводного обмена. Действующей в организме формой витамина В<sub>1</sub> является его производное в виде тиаминдифосфата или фермента кокарбоксилаза. Основные источники витамина В<sub>1</sub> – зернопродукты, такие как крупы, мука грубого помола и т. д., где содержание витамина составляет 0,5 мг %, в горохе содержится до 0,8 мг %, в мясе 0,5 мг %. Витамин В<sub>1</sub> стоек к действию света, кислорода, в кислой среде, к повышенным температурам. Легко разрушается в щелочной среде, расщепляется также ферментом тианаза. При технологической переработке разрушается 15 - 20 % витамина В<sub>1</sub>.

**Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин).** Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, так как входит в состав окислительно-восстановительных ферментов. При недостатке витамина возникает заболевание кожи (себорея, псориаз), воспаление слизистой оболочки рта, появляются трещины в углах рта, развиваются заболевания кровеносной системы и желудочно-кишечного тракта. Витамин В<sub>2</sub> присутствует в молочных продуктах: в молоке – 0,15 мг %, в сыре – 0,4 мг %, в печени - 2,2 %, в зернопродуктах - 0,1 %, в овощах и фруктах - 0,04 мг %. Небольшое количество витамина В<sub>2</sub> в организме человека синтезирует кишечная микрофлора. Витамин В<sub>2</sub> устойчив к повышенным температурам, но разрушается на свету и в щелочной среде. Небольшое снижение витамина В<sub>2</sub> приводит к

существенным потерям витамина С. При технологической переработке частично разрушается.

**Витамин В<sub>3</sub> (пантатеновая кислота).** Участвует в реакциях биохимического ацилирования, обмена липидов, жирных кислот, углеводов. Недостаток витамина приводит к дерматитам, выпадению волос. Небольшое количество витамина В<sub>3</sub> синтезирует кишечная микрофлора. Витамин В<sub>3</sub> присутствует в субпродуктах 2,5 - 9 мг %, в зернопродуктах и бобовых культурах - 2 мг %, в яйце - 2 мг %, в дрожжах - 4 - 5 %. При технологической переработке теряется до 30 % витамина, преимущественно при бланшировании и варке.

**Витамин В<sub>5</sub> (витимин РР, никотиновая кислота, ниацин).** Этот витамин встречается в виде никотиновой кислоты и в виде никотинамида. Оба вещества обладают выраженной витаминной активностью. Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, так как ниацин входит в состав ферментов дегидрогеназ. Недостаток витамина РР вызывает утомляемость, бессонницу, снижение иммунитета, нарушение функций нервной и сердечно-сосудистой системы. Аминокислота триптофан является одним из источников ниацина, так как из 60 мг триптофана синтезируется 1 мг ниацина. Основным источником ниацина-субпродукты (до 12 мг %), мясо и рыба содержат около 4 мг % витамина. Молоко, зернопродукты, овощи и фрукты бедны витамином РР. Витамин РР устойчив к действию света, кислорода воздуха, в щелочной среде. При технологической переработке до 25 % витамина экстрагируется в воду.

**Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин, пиридоксамин, адермин).** Участвует в биосинтезе и метаболизме аминокислот, белков, ненасыщенных жирных кислот. Витамин В<sub>6</sub> необходим для нормальной деятельности нервной системы, кровеносной системы, печени. При недостатке витамина развиваются дерматиты. Витамин присутствует в мясе - 0,4 мг %, в фасоли - 0,9 мг % а картофеле - 0,3 мг %. Витамин В<sub>6</sub> устойчив к повышенным температурам, кислотам, щелочам, но разрушается на свету. При переработке теряется до 20 % витамина В<sub>6</sub>. Частично витамин синтезируется кишечной микрофлорой.

**Витамин В<sub>9</sub> (фолиевая кислота, фолацин).** Кроветворный фактор, участвует в деятельности сердечно - сосудистой системы, в биосинтезе аминокислот, нуклеиновых кислот, холина, пуриновых и пиримидиновых оснований. При недостатке витамина нарушается деятельность системы кроветворения, пищеварительной системы, снижается иммунитет организма. Фолиевая кислота присутствует в зеленых культурах - 110 мкг %, в печени - 240 мкг %, в дрожжах - 550 мкг %, меньше в зернопродуктах и молочных продуктах - 10 - 20 мкг %. Фолиевая кислота неустойчива при термической обработке. При переработке молока и овощей теряется 75 - 90 % витамина, однако при переработке мясопродуктов витамин более устойчив.

**Витамин В<sub>12</sub> (цианкобаламин).** Витамин участвует в процессах кровообращения, превращения аминокислот, совместно с фолиевой кислотой, участвует в биосинтезе нуклеиновых кислот. При недостатке витамина В<sub>12</sub> наступает слабость, развивается анемия, нарушается деятельность нервной системы. Витамин В<sub>12</sub> содержится в продуктах животного происхождения: в печени - 160 мкг %, в мясе - 6 мкг %, в молоке 0,6 мкг %. Витамин разрушается при

длительном действии света, при окислении, более устойчив при нейтральных рН. При технологической переработке теряется 10 - 20 % витамина В<sub>12</sub>.

**Витамин Н (биотин).** Витамин участвует в биосинтезе липидов, аминокислот, углеводов, нуклеиновых кислот, входит в состав ферментов, катализирующих реакции карбоксилирования - декарбоксилирования. При недостатке витамина наблюдаются нервные расстройства, возникает депигментация кожи, дерматит. Основные источники биотина: печень и почки – 80 - 140 мкг %, яйца - 28 мкг %, молоко и мясо – 3 мкг %, бобовые культуры – 20 мкг %, пшеничный хлеб – 4,8 мкг %. Витамин неустойчив при окислении в кислой и щелочной среде. При технологической переработке витамин почти не разрушается.

Таблица 6.1

Суточная потребность человека в витаминах

<b>Витамин</b>	<b>Сут. потребность</b>	<b>Функция витамина</b>
Витамин С Аскорбиновая кислота	70 мг	Антицинготный фактор. Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, повышает иммунитет человека.
Витамин В <sub>1</sub> Тиамин	1,7 мг	Необходим для нормальной деятельности центральной нервной системы. Участвует в регулировании углеводного обмена.
Витамин В <sub>2</sub> Рибофлавин	2 мг	Участвует в окислительно-восстановительных реакциях.
Витамин В <sub>3</sub> Пантатеновая кислота	6 мг	Участвует в реакциях биохимического ацилирования, обмена липидов, жирных кислот, углеводов.
Витамин В <sub>5</sub> Ниацин, РР	19 мг	Участвует в окислительно-восстановительных реакциях.
Витамин В <sub>6</sub> Пиридоксин	2,2 мг	Участвует в синтезе и метаболизме аминокислот, белков, ненасыщенных жирных кислот.
Витамин В <sub>9</sub> Фолиевая кислота, Фолацин	200 мкг	Кроветворный фактор, участвует в синтезе аминокислот, нуклеиновых кислот, холина, пуриновых и пиримидиновых оснований.
Витамин В <sub>12</sub> Цианкобаламин	3 мкг	Фактор кроветворения, участвует в превращениях аминокислот.
Витамин Н Биотин	250 мкг	Участвует в реакциях карбоксилирования-декарбоксилирования, обмена аминокислот, липидов, углеводов, нуклеиновых кислот.
Витамин А Ретинол	2 мг	Участвует в деятельности мембран клеток, влияет на рост костей, зрение человека.

Витамин Д Эргостерол	2,5 мкг	Регулирует содержание кальция и фосфора в крови, участвует в формировании костей.
Витамин Е Токоферол	10 мг	Предотвращает окисление липидов. Активный антиокислитель.
Витамин К Филлохинон	3 мг	Регулирует процесс свертывания крови.

#### 5.4 Витаминоподобные соединения

Витаминоподобные вещества являются веществами в повышенной биологической активностью. Они выполняют в организме человека разнообразные функции. Парааминобензойная кислота является фактором роста для микроорганизмов пищеварительного тракта, синтезирующих фолиевую кислоту. Холин, инозит являются незаменимыми пластическими веществами. Липоевая кислота, ортовая кислота, карнитин относятся к биологически активным веществам, синтезируемым организмом. Биофлавоноиды, метилметионинсульфоний, пангамовая кислота являются фармакологически активными веществами пищи.

**Холин В<sub>4</sub>**. Входит в состав фосфолипида фосфатидилхолин. Участвует в реакциях карбоксилирования-декарбоксилирования, обмена аминокислот, липидов, углеводов, нулеиновых кислот. Холин регулирует деятельность нервной системы, участвует в синтезе метионина, адреналина. При недостатке витамина наблюдается поражение печени, кровоизлияния во внутренних органах. Холин содержится в нерафинированном растительном масле, сопутствует растительным жирам.

**Биофлавоноиды.** Представлены группой флавоноидов с выраженной биологической активностью: катехин, рутин, гесперидин. Биофлавоноиды способствуют укреплению стенок кровеносной системы, помогают регулировать кровеносное давление, способствуют деятельности сердечно-сосудистой системы. Активность биофлавоноидов повышается в присутствии витамина С. Катехины содержатся в листьях чая, бобов какао, в винограде, гесперидин содержится в цедре цитрусовых фруктов.

На некоторые витаминоподобные вещества установлены ориентировочные суточные нормативы: для пантотеновой кислоты – 10 – 15 мг, для биофлавоноидов – 30 - 50 мг, для инозита - 500 – 1000 мг, для липоевой кислоты – 500 – 2000 мг, для холина 150 – 2000 мг.

Суточная потребность в витаминах и витаминоподобных веществах приведена в таблице 6.1

#### 5.5 Витаминизация продуктов питания

Недостаточное поступление витаминов с пищей приводит к их дефициту в организме и развитию болезни витаминной недостаточности. 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. 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).

## **Тема 6. Ферменты**

### **6.1 Свойства ферментов**

### **6.2 Классификация ферментов**

### **6.3 Применение ферментов в пищевых технологиях**

#### **6.1 Свойства ферментов**

Ферменты являются биологическими катализаторами белковой природы. Ферменты способны значительно (в десятки тысяч раз) повышать скорость различных реакций, в том числе и биохимических, которые непрерывно протекают в живых организмах, которые наблюдаются в ходе технологических процессов переработки сырья. Ферменты обладают специфичностью действия, то есть действуют на определенный субстрат, тип связи. Ферменты характеризуются также высокой лабильностью, то есть, подвержены влиянию внешних факторов, таких как

температура, концентрация субстрата, рН среды, присутствие активаторов или ингибиторов. Во многом лабильность ферментов связана с их белковой природой, сложной пространственной конфигурацией.

Ферменты повышают скорость реакций за счет значительного снижения энергетического уровня проведения реакции. Ферментативная реакция проходит в две стадии. На первой стадии происходит образование фермент-субстратного комплекса, образованию которого соответствует значительно низкая энергия активации. На второй стадии комплекс распадается на продукты реакции и свободный фермент, который может взаимодействовать с новой молекулой субстрата. Это выражается уравнением:



Где: E- фермент, S- субстрат, ES- фермент-субстратный комплекс, P продукты реакции.

Ферменты, как уже отмечалось, имеют белковую природу и обладают третичной и четвертичной структурой. Многие ферменты являются двухкомпонентными, то есть имеют белковую часть в виде апофермента и небелковую составляющую в виде кофермента. В качестве кофермента могут выступать витамины, ароматические и алифатические углеводороды, гетероциклические соединения, нуклеотиды и нуклеозиды. Ферменты имеют некоторые специфические свойства, наиболее важные из них:

- высокая каталитическая активность (повышают скорость реакций в миллионы раз);
- специфичность действия (фермент катализирует превращение одного субстрата, реже группу родственных субстратов);
- лабильность (изменение активности под действием различных факторов: рН, температура, присутствие активаторов и ингибиторов, что связано с белковой природой и сложной пространственной конфигурацией фермента).

## 6.2 Классификация ферментов

В основе классификации лежат три положения:

А) ферменты делятся на 6 классов по типу катализируемой реакции;

Б) Каждый фермент получает систематическое название, включающее название субстрата, на который он действует, тип катализируемой реакции и окончание «аза». В некоторых случаях сохранены тривиальные названия ферментов;

В) каждому ферменту присвоен четырехзначный шифр (код). Первое число указывает на класс фермента, второе на подкласс, третье на подкласс, четвертое на порядковый номер фермента в подклассе.

Например, **алкогольдегидрогеназа** (Н.Ф.1.1.1.1): первая цифра 1- означает класс оксидоредуктаз, вторая цифра 1- подкласс дегидрогеназ (действует на СН-ОН – группу), третья цифра 1- подкласс анаэробные дегидрогеназы (акцептором служит НАД или НАДФ), четвертая цифра 1- порядковый номер алкогольдегидрогеназы.

Например, **α-амилаза** (Н.Ф.3.2.1.1): первая цифра 3- класс гидролаз, вторая цифра 2 - подкласс карбогидраз, третья цифра 1- подкласс полиаз, четвертая цифра 1- порядковый номер фермента α-амилаза.

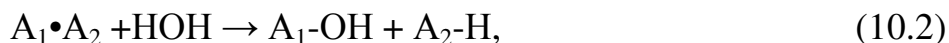
Классификация по типу катализируемой реакции:

Все ферменты делятся на шесть классов по типу катализируемой реакции:

**1 класс**- оксидоредуктазы- ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции ( присоединение кислорода, отнятие и перенос водорода, перенос электронов);

**2 класс**- трансферазы- ферменты, катализирующие перенос атомных группировок от одного соединения к другому (остатков моносахаридов, аминокислот, фосфорной кислоты, метильные группировки и т.д.);

**3 класс** - гидролазы – ферменты, катализирующие реакции гидролиза сложных органических соединений на более простые. Реакции гидролиза проходят с участием воды. Эти реакции могут быть выражены следующим уравнением (10.2):



**4 класс** - лиазы - ферменты, катализирующие реакции негидролитического отщепления каких-либо групп от субстрата с образованием кратной связи или присоединение группировок по месту разрыва кратных связей (отщепление воды, углекислого газа, аммиака);

**5 класс**- изомеразы - ферменты, катализирующие реакции изомеризации или образование изомерных форм молекул органических веществ в результате переноса химических группировок внутри молекулы (переход глюкозы во фруктозу);

**6 класс** – лигазы или синтетазы – ферменты, катализирующие реакции синтеза, сопряженные с разрывом одних связей и образованием других ( C-C, C- S , C- N , C- O связей).

При переработке пищевого сырья чаще всего приходится иметь дело с ферментами 1 класса - оксидоредуктазами, такими как каталаза, полифенолоксидаза; с ферментами 3 класса - гидролазами, такими как амилазы - ферменты гидролизующие крахмал, протеиназы – ферменты, гидролизующие белок, липазы – ферменты гидролизующие липиды.

В пищевой промышленности широко применяются ферментные препараты, полученные биохимическим путем при выращивании специфических микроорганизмов, способных вырабатывать определенные ферменты. Различают бактериальные ферментные препараты, полученные путем глубинного культивирования бактерий, и поверхностные, полученные путем поверхностного культивирования плесневых грибов.

Название ферментного препарата включает название основного активного фермента и название микроорганизма-продуцента, с окончанием «-ин». *Например:* Протосубтилин Г10Х имеет основной фермент- протеазу, продуцентом является бактериальная палочка *Bacillus subtilis*. Г- глубинное культивирование или выращивание, 10Х- степень очистки ферментного препарата, чем больше число, тем выше степень очистки ( бывает очистка 2Х, 3Х, 10Х, 15Х, 20Х).

Применение ферментных препаратов в пищевой промышленности позволяет интенсифицировать технологические процессы, улучшать качество готовой продукции, увеличивать ее выход, экономить ценное пищевое сырье.

### **6.3. Применение ферментов в пищевых технологиях**

В процессах хранения сырья, его переработки в продукты питания и при хранении готовых продуктов происходят многочисленные изменения, связанные с действием различных ферментов. Чаще всего эти изменения связаны с действием окислительных ферментов класса оксидоредуктаз и гидролитических ферментов класса гидролаз.

При рассмотрении различных разделов дисциплины Химия и других дисциплин были приведены многочисленные примеры ферментативных реакций: окисление полифенолов полифенолоксидазой, окисление липидов липоксигеназой, окисление глюкозы глюкооксидазой, действие липазы на липиды, протеаз на белки, амилаз на крахмал, пектинэстеразы на пектин,эндо-β-глюконазы на β-глюкан и т.д.

В пищевой промышленности находят все более широкое применение ферментные препараты, полученные биохимическим синтезом с использованием различных бактерий и плесневых грибов. Применение ферментных препаратов позволяет интенсифицировать технологические процессы, улучшать качество готовой продукции, увеличивать ее выход, экономить исходное сырье.

Название ферментного препарата включает название основного фермента, название микроорганизма-продуцента, с окончанием «-ин». Далее отражается способ культивирования микроорганизма: Г – глубинное культивирование для бактерий и П – поверхностное для плесневых грибов, а также степень очистки – X-неочищенный фермент, 2X, 3X, 10X, 15X,20X. Чем больше число, тем выше степень очистки. В последние годы большое внимание уделяется степени очистке, при этом удаляются балластные вещества, повышается активность ферментов, а, следовательно, снижается норма внесения высокоочищенных ферментных препаратов.

В производстве пива широко применяются ферменты в процессе приготовления пивного сусла, для борьбы с помутнениями пива и т.д.

## **Тема 7. Минеральные вещества**

### **7.1 Классификация минеральных веществ**

#### **7.2 Макроэлементы**

#### **7.3 Микроэлементы**

### **7.1 Классификация минеральных веществ**

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;**
- **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.

Таблица 7.1

Симптомы отклонений в организме человека при дефиците минеральных веществ

<b>Минеральное вещество</b>	<b>Нарушения в деятельности Органов человека</b>
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 кариесу
Кобальт	Злокачественная анемия
Никель	Депрессия, дерматиты
Хром	Симптомы диабета, атеросклероз
Кремний	Нарушение роста скелета
Фтор	Кариес 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 7.1 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 веществах, связанные с определенными физическими нагрузками или условиями труда;
- нарушение процесса усвоения минеральных веществ.

## 7.2 Макроэлементы

**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: нуклеопротеиды, фосфопротеиды, 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 %.

### 7.3 Микроэлементы

**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 В<sub>12</sub>. Он стимулирует процессы кроветворения, активизируя образование гемоглобина и эритроцитов, оказывает влияние на обмен веществ. Кобальт в организме усваивается в форме витамина В<sub>12</sub>.

Источником кобальта в пищевых продуктах являются продукты, богатые витамином В<sub>12</sub>: печень, бобовые культуры, ягоды, свекла.

**Цинк.** Содержится в организме человека в количестве 2г. 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/дм<sup>3</sup>.

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 антиокислительную активность витамина Е. При недостатке селена особенно страдает сердечно-сосудистая система, это проявляется прогрессирующим атеросклерозом и слабостью сердечной мышцы. Хром 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

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
--------	-----	-----

## Тема 8. Пищевые добавки

### 8.1 Определение и цели введения пищевых добавок

### 8.2 Классификация пищевых добавок

#### 8.1 Определение и цели введения пищевых добавок

**Пищевые добавки** – природные, идентичные природным или искусственным вещества, сами по себе не употребляемы как пищевой продукт или обычный компонент пищи. Они преднамеренно добавляются в пищевые системы по технологическим соображениям на различных этапах производства, хранения, транспортировке готовых продуктов с целью улучшения или облегчения производственного процесса или отдельных его операций, увеличение стойкости продукта к различным видам порчи, сохранение его структуры и Внешнего вида продукта или намеренного изменения органолептических свойств.

#### Основные цели введения пищевых добавок предусматривают:

1. Совершенствование подготовки и переработки пищевого сырья, изготовление, фасовки, транспортировки и хранение продуктов питания. Применяемые при этом добавки не должны маскировать последствий использования некачественного или испорченного сырья, или проведение технологических операций в антисанитарных условиях.
2. Сохранение природных качеств пищевого продукта;
3. Улучшение органолептических свойств или структуры пищевых продуктов и увеличение их стабильности при хранении. Применение пищевых добавок допустимо только в том случае, если они даже при длительном потреблении в составе продукта не угрожают здоровью человека, при условии, если поставленные технологические задачи не могут быть решены иным путем. Обычно пищевые добавки разделяют на несколько групп:
  - вещества, улучшающие внешний вид пищевых продуктов (красители, стабилизаторы окраски, отбеливатели);
  - вещества, регулирующие вкус продукта (ароматизаторы, вкусовые добавки, регулирующие консистенцию и формирующие текстуру (загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы и др.);
  - вещества, повышающие сохранность продуктов питания и увеличивающие сроки хранения (консерваторы, антиоксиданты и др.). К пищевым добавкам не относят соединения, повышающие пищевую ценность продуктов питания и причисляемые к группе биологически активных веществ, такие как витамины, микроэлементы, аминокислоты и др.

Эта классификация пищевых добавок основана на их технологических функциях. Федеральный закон о качестве и безопасности пищевых продуктов

предлагает следующее определение: «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».

Следовательно, пищевые добавки - это вещества (соединения), которые сознательно вносят в пищевые продукты для выполнения ими определенных функций. Такие вещества, называемые также прямыми пищевыми добавками, не являются посторонними, как, например, разнообразные контаминанты, «случайно» попадающие в пищу на различных этапах ее изготовления.

Существует различие между пищевыми добавками и вспомогательными материалами, употребляемыми в ходе технологического потока.

Вспомогательные материалы – любые вещества или материалы, которые, не являясь пищевыми ингредиентами, преднамеренно используются при переработки сырья и получения продукции с целью улучшения технологии; в готовых пищевых продуктах вспомогательные материалы должны полностью отсутствовать но могут также определяться в виде не удаляемых остатков.

Пищевые добавки употребляются человеком в течении многих веков (соль, перец, гвоздика, мускатный орех, корица, мед), однако широкое их использование началось в конце XIX в. И было связано с ростом населения и концентрацией его в городах, что вызывало необходимость увеличения объемов производства продуктов питания, совершенствование традиционных технологий их получения с использованием достижений химии и биотехнологии.

Сегодня можно выделить еще несколько причин широкого использования пищевых добавок производителями продуктов питания. К ним относятся:

- современные методы торговли в условиях перевоза продуктов питания (в том числе скоропортящихся и быстро черствеющих продуктов) на большие расстояния, что определило необходимость применения добавок, увеличивающих сроки сохранения их качества;

- быстро изменяющиеся индивидуальные представления современного потребления о продуктах питания, включающие их вкус и привлекательный внешний вид, невысокую стоимость, удобство использования; удовлетворение таких потребностей связано с использованием, например, ароматизаторов, красителей и других пищевых добавок;

- создание новых видов пищи, отвечающей современным требованиям науки о питании, что связано с использованием пищевых добавок, регулирующих консистенцию пищевых продуктов;

- совершенствование технологии получения традиционных пищевых продуктов. Создание новых продуктов питания, в том числе продуктов функционального назначения.

Число пищевых добавок, применяемых в производстве пищевых продуктов в разных странах, достигает сегодня 500 наименований (не считая комбинированных добавок, индивидуальных душистых веществ, ароматизаторов), в Европейском Сообществе классифицировано около 300.

## 8.2 Классификация пищевых добавок

Для гармонизации их использования производителями разных стран Европейским Советом разработана рациональная система цифровой кодификации пищевых добавок с литерой «Е». Она включена в кодекс для пищевых продуктов ФАО/ВОЗ (ФАО – Всемирная продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН; ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения) как международная цифровая система кодификации пищевых добавок. Каждой пищевой добавке присвоен цифровой трех- или четырехзначный номер (В Европе с предшествующей ему литерой Е). Они используются в сочетании с названиями функциональных классов, отражающих группировку пищевых добавок по технологическим функциям (подклассам).

Индекс Е специалисты отождествляют как со словом Европа, так и с аббревиатурами ЕС/ЕУ, которые в русском языке тоже начинаются с буквы Е, а также со словами *edible*, что в переводе на русский (соответственно с немецкого и английского) означает «съедобный». Индекс Е в сочетании с трех- или четырехзначным номером – синоним и часть сложного наименования конкретного химического вещества, являющегося пищевой добавкой.

Присвоение конкретному веществу статуса пищевой добавки и идентифицированного номера с индексом «Е» имеет четкое толкование, подразумевающее, что:

А) данное конкретное вещество проверено на безопасность;

Б) вещество может быть применено в рамках его установленной безопасности и технологической необходимости при условии, что применение этого вещества не введет потребителя в заблуждение относительно типа и состава пищевого продукта, в который оно внесено;

В) для данного вещества установлены критерии чистоты, необходимые для достижения определенного уровня качества продуктов питания.

Следовательно, разрешенные пищевые добавки, имеющие индекс Е и идентификационный номер, обладают определенным качеством.

Качество пищевых добавок – совокупность характеристик, которые обуславливают технологические свойства и безопасность пищевых добавок. Наличие пищевой добавки в продукте должно указываться на этикетке, при этом она может означаться как индивидуальное вещество или как представитель конкретного функционального класса в сочетании с кодом Е. Например: бензоат натрия или консервант Е211.

Согласно предложенной системе цифровой кодификации пищевых добавок, их классификация, в соответствии с назначением, выглядит следующим образом (основной группы):

-Е100-Е182- красители;

-Е200 и далее – консерванты;

-Е300 и далее - антиокислители (антиоксиданты);

-Е400 и далее – стабилизаторы консистенции;

- E450 и далее, E1000 – эмульгаторы;
- E300 и далее – регуляторы кислотности, разрыхлители;
- E600 и далее – усилители вкуса и аромата;
- E700-800 – запасные индексы для другой возможности информации;
- E900 и далее – глазирующие агенты, улучшители хлеба.

Многие пищевые добавки имеют комплексные технологические функции, которые проявляются в зависимости от особенности пищевой системы.

Например, добавка E339 (фосфаты натрия) может проявлять свойства регулятора кислотности, эмульгатора, стабилизатора, комплексообразователя индекс E и идентификационный номер, обладают определенным качеством.

Качество пищевых добавок - совокупность характеристик, которые обуславливают технологические свойства и безопасность пищевых добавок. Наличие пищевой добавки в продукте должно указываться на этикетке, при этом она может обозначаться как индивидуальное вещество или как представитель конкретного функционального класса в сочетании с кодом E. Например: бензоат натрия или консервант E211.

Согласно предложенной системе цифровой кодификации пищевых добавок, их классификация, в сочетании с назначением, выглядит следующим образом (основные группы):

- E100-E182- красители;
- E200 и далее – консерванты;
- E300 и далее – антиокислители (антиоксиданты);
- E400 и далее – стабилизаторы консистенции;
- E450 и далее, E1000 – эмульгаторы;
- E300 и далее – регуляторы кислотности, разрыхлители;
- E600 и далее – усилители вкуса и аромата;
- E700-E800 – запасные индексы для другой возможной информации;
- E900 и далее – глазирующие агенты, улучшители хлеба.

Многие пищевые добавки имеют комплексные технологические функции, которые проявляются в зависимости от особенностей пищевой системы.

Например, добавка E339 (фосфат натрия) может проявлять свойства регулятора кислотности, эмульгатора, стабилизатора, комплексообразователя и водоудерживающего агента.

Применение ПД ставит вопрос об их безопасности. При этом учитываются ПДК (мг/кг) – предварительно допустимая концентрация чужеродных веществ (в том числе добавок) в продуктах питания.

## **Тема 9. Ароматические вещества**

### **9.1 Натуральные ароматизаторы**

### **9.2 Правила использования специй**

### **9.3 Синтетические ароматизаторы**

Вкусовые и ароматические вещества бывают натуральными и синтетическими.

К натуральным относятся ароматизаторы, полученные из продуктов переработки бобов какао, кофе, а также фруктово-ягодные сиропы, вина и др.

Синтетические ароматизаторы получают химическим путем.

Важным условием является умение сочетать естественный запах продуктов с применяемыми ароматическими веществами. Некоторые виды продуктов имеют свой специфический аромат и вкус, поэтому в изделия, приготовляемые из таких продуктов, не следует добавлять ароматизаторы.

### **Натуральные ароматизаторы**

*Пряности* – это высушенные и измельченные части растений, содержащих ароматические вещества. Они придают изделиям специфические аромат и вкус.

Перед употреблением пряности освобождают от посторонних примесей и оболочек, измельчают до нужного размера и просеивают через сито с ячейками диаметром 1,5–2,5 мм.

Хранят пряности в плотно закрытой посуде, не нарушая упаковку, каждый вид отдельно, так как они легко передают свой аромат.

*Корица* – кора коричневого дерева. Она имеет горьковатый вкус и пряный запах, что объясняется наличием в ней эфирных масел (3,5–5 %). В нем содержится альдегид коричной кислоты, фелландрен и эвгенол. Масло китайской корицы не содержит эвгенола.

Корица поступает в виде порошка в бумажной расфасовке по 25 г или в виде кусочков коры. Она не должна иметь плесневелого, затхлого и других посторонних запахов.

Корица обладает сильным, своеобразным ароматом, острым, горьковато-сладким вкусом. В качестве пряности хорошо сочетается с другими острыми и терпкими пряностями. Она используется при приготовлении всех блюд, где употребляется сахар: фруктовых супов, запеканок, компотов, киселей, пудингов, фруктовых рулетов и пирогов, грогов, пуншей, ликеров, горячих вин и кофе. Небольшое количество корицы добавляют в фарш из гусятины и утятин, к цыплятам (гриль), ветчине, котлетам, шницелям перед жареньем. Многим нравится добавлять корицу к вареным рыбе, говядине и свинине; используется также при изготовлении некоторых видов теста, начинок, при варке варенья из малоароматных плодов.

Способствует пищеварению, вызывает аппетит и укрепляет желудок.

*Гвоздика* – высушенные цветочные почки гвоздичного тропического дерева. Цветет гвоздичное дерево два раза в год. Цветочные бутоны собирают в период, когда они окрашиваются в нежно-розовый цвет: сначала срывают целые соцветия, затем отделяют бутоны, которые используют для приготовления пряности, и плодоножки с ветвями соцветия – для извлечения масла. Гвоздичные бутоны сушат на солнце в течение 4–5 дней, после чего они приобретают красноватый или темно-коричневый цвет. Из 4 кг свежих бутонов получают 1 кг пряности.

Собственно пряностью являются нераскрывшиеся бутоны, в которых содержится до 20 % эфирного масла, состоящего на 96 % из эвгенола, а также ацетоэвгенол, ванилин, кариофилен. Эфирное масло и кариофилен придают пряности жгуче-ароматический вкус.

Гвоздика находит применение в медицине для улучшения пищеварения, укрепления памяти, при лечении глазных болезней, в зубоврачебном деле гвоздичное масло используют в качестве антисептика. Если гвоздика плавает в воде в горизонтальном положении, она плохого качества. На производство поступает в молотом и целом виде в специальной упаковке.

Гвоздика обладает сильным своеобразным ароматом и пряным вкусом. Используется для приготовления горьких желудочных ликеров, горячих напитков с вином, пуншей, фруктовых соков и компотов. Добавляют в блюда из краснокочанной капусты, свинины, баранины, в темные мясные подливки, в зельц и паштет из птицы, в грибы и заливное мясо, при мариновании сельди. Вместе с листьями кольраби и луком улучшает вкус квашеной капусты. Очень экономно, в виде порошка, используется при приготовлении рыбы, спагетти и соусов к ним, а также пиццы.

*Перец стручковый* – круглые зерна с шероховатой поверхностью. На сегодняшний день известно большое число его видов, среди которых встречаются и длинноплодный, с крупными мясистыми плодами, и мелкоплодный (до 1 см), так называемый черешневый перец, различные виды сладкого перца – от фруктового до исключительно жгучего.

*Жгучий вкус* перцу придает алкалоид капсаицин, кроме него перец содержит жирные масла, каротиноиды, капсорубин, капсантин и каротин, сахар, витамины С, А и В.

При употреблении в умеренном количестве оказывает укрепляющее действие, улучшает пищеварение и повышает аппетит; оказывает раздражающее воздействие на кожу.

*Черный перец* – типичное тропическое растение. Растет на высоких стержнях, подобно хмелю. Для получения черного перца собирают незрелые, красноватые плоды: их сушат на солнце 7—10 дней, иногда для ускорения сушки опускают на короткое время в горячую воду. В процессе сушки плоды чернеют. Белый перец получают из зрелых плодов, когда их окраска становится желто-красной или красной и они легко опадают. Плоды сушат и очищают от внешней оболочки. Белый перец обладает более тонким вкусом, благородным и сильным ароматом. При сборе незрелых зеленых плодов получают самый ароматный из вышеописанных пряностей зеленый перец. Его производство требует особой обработки.

Острота перца зависит от содержания пиперина. Кроме того, он содержит пиридин, хавицин, эфирное масло, жирные масла, крахмал и сахар. При неправильном хранении эфирные масла улетучиваются.

*Перец душистый, или пимента*, представляет собой круглые зерна с шероховатой поверхностью. Содержит до 4 % эфирных масел.

Душистый перец содержит пиментовое масло, которое используют при производстве ликеров, а также в косметической промышленности при производстве духов и мыла. Главными его компонентами являются эвгенол, кариофиллен, цинеол, фелландрен.

Чай, заваренный из душистого перца, помогает при слабости желудка и метеоризме.



Запах перца – пряный, он соединяет в себе аромат корицы, черного перца, мускатного ореха и гвоздики. Вкус – жгучий, и это следует учитывать – добавлять в блюдо несколько зернышек целиком или щепотку молотого перца, поскольку душистый перец не только придает блюдам аромат, но и меняет их вкус. В небольшом количестве придает своеобразный вкус фруктовым компотам, пудингам и печеню.

*Мускатный орех* – ядро плода тропического мускатного дерева яйцевидной формы.

Семена содержат до 15 % эфирного масла, состоящего на 80 % из терпенов. В семенном ядре содержится жирное масло. В жире обнаружено ядовитое вещество наркотического действия, относящееся к фенилпропановым дериватам.

Употребление в большом количестве опасно – мускатный орех и мускатный цвет ядовиты. Существуют сведения, что употребление 3–4 измельченных орехов оказывает наркотическое действие.

Аромат муската – слабо пряный, вкус – сначала слабо, а позднее сильно пряный.

Мускатный орех главным образом используют для приготовления шоколадных изделий, различных сладостей, яблочных рулетов, фруктовых тортов, компотов из груш, варенья, печеных яблок. Кроме того, он употребляется для ароматизации спиртных напитков и коктейлей, подаваемых перед едой, а также пунша, горячего вина, какао, молочных напитков и даже томатного сока.

Добавляют мускатный орех в супы, мясные бульоны, соусы (особенно в томатный), блюда из риса, мяса, овощей и рыбы, в картофельное пюре, в салаты из гороха и овощей (в том числе из цветной и брюссельской капусты, шпината, лука-поррея, спаржи).

*Анис, или бедренец-анис*, – двухсеменные плоды травянистого растения. Типичному анисовому аромату анис обязан содержащемуся в эфирном масле анетолу (до 90 %). Кроме того, в плодах аниса содержатся жирные масла, белковые вещества, сахар, фурфурол, кофейная и хлорогеновая кислоты и другие вещества.

Как лекарственное растение анис обладает отхаркивающим и дезинфицирующим действием, улучшает пищеварение, способствует увеличению количества молока у кормящих матерей. Он оказывает противоспазматическое действие при желудочной и кишечной колике.

Анис обладает сладковатым вкусом и своеобразным ароматом, содержит до 6 % эфирных масел. В кулинарии используют молотые плоды, которые обладают освежающим, пряным ароматом и сладковатым вкусом. Чаще всего анис добавляют в пироги, печенье, пряники, оладьи, кексы, применяют для приготовления блюд из молока (молочные и фруктовые супы), овсяной каши, сладких блюд из риса, пудингов, фруктовых салатов, кремов и тортов. Своеобразный вкус придает овощам – свекле, краснокочанной капусте, огурцам и моркови, а также фруктовым компотам, в особенности из яблок, слив и груш. Используется также в измельченном виде для посыпки изделий и в виде настоя.

*Кардамон* – высушенные недозрелые плоды в форме коробочек, содержащих 9–18 семян. Кардамон представляет собой тропическое многолетнее растение из семейства имбирных. Семена содержат 4–8 % эфирного масла, в состав которого

входят лимонен, терпинеол, борнеол, их эфиры и цинеол, в чистом виде представляющий собой жидкость с запахом камфары.

Стимулирует работу желудочно-кишечного тракта, регулирует образование желудочного сока и повышает аппетит.

Вкус и запах кардамона – пряные, ароматные, острые. Благодаря этому пряность придает особый привкус печенью, марципанам, медовым пряникам, пирогам из дрожжевого теста, пирожным с фруктами, компотам и блюдам из фруктов.

Любители этой пряности добавляют в черный кофе порошок кардамона тонкого помола.

Хранится в хорошо закрытой посуде, в защищенном от света, прохладном месте.

В странах Азии кардамон употребляют для приготовления жевательных средств, часто с добавлением листьев бетеля, а также для ароматизации кофе.

*Имбирь* – высушенные корневища тропического многолетнего травянистого растения семейства имбирных. В зависимости от способа обработки различают несколько видов имбиря: черный, неочищенный – «барбадосский», белый, очищенный – «бенгальский».

Плод – коробочка с мелкими черными семенами. В качестве пряности используется корневище сушеное целое, молотое, засахаренное или консервированное в сиропе.

Характерный очень пряный аромат имбирю придает цингиберен, входящий в состав эфирного масла. Резкий жгучий вкус обусловлен содержанием в корневище различных смол (гингерол, цингерол, шогаол и др.). Острый пряный вкус имбиря помогает пищеварению, стимулирует образование желудочного сока и улучшает аппетит.

Употребляется для производства желудочных и горьких ликеров, например бенедиктина, фруктовых соков и пуншей, а в Англии – популярного имбирного пива. Добавляют имбирь в тесто для печенья, пудинги, различные сладости, компоты из груш и в консервированные тыкву, огурцы, при изготовлении мармелада, желе и засахаренных фруктов.

*Тмин* – семена двухлетнего растения продолговато-овальной формы. Имеет сильный аромат и горьковато-пряный вкус, содержит до 6 % эфирных масел. Используют для посыпки изделий.

*Шафран посевной* – высушенные рыльца цветов крокуса. Используется как ароматическое и красящее вещество. Содержит 0,6 % эфирных масел.

Употребление в небольшом количестве способствует улучшению пищеварения. В фармацевтической промышленности используют для приготовления различных лекарственных препаратов – tinkтур, экстрактов и глазных капель.

Шафран обладает сильным своеобразным ароматом, горьковато-пряным вкусом. В Швеции шафран используют для окраски изделий из теста. Гурманы рекомендуют перед употреблением растворять его в небольшом количестве теплого молока или воды.

В тесто шафран вводят при замесе в количестве 0,1 г на 1 кг выпекаемых изделий. Шафран подсушивают, растирают, заливают кипяченой водой или спиртом и настаивают в течение 24 ч. После этого настой фильтруют и используют при изготовлении изделий из дрожжевого теста и некоторых видов кексов. Оставшийся после фильтрации осадок применяют для ароматизации пряничного теста.

*Ваниль* – незрелые стручки тропического растения длиной 12–25 см с характерным сильным ароматом, обусловленным наличием ванилина (до 3 %) и других ароматических веществ.

Используют ваниль в молотом виде или в виде спиртового экстракта.

*Ванилин* – синтетический продукт; представляет собой белый кристаллический порошок с очень сильным ароматом. Поэтому его надо класть в изделие очень мало. Обычно используют раствор ванилина или ванильную пудру. Растворяют 10 г ванилина в 200 г горячей воды (80 °С) или спирте-ректификате крепостью 96° в соотношении 2:1. Для приготовления 100 г ванильной пудры ванилин (40 г) смешивают с этиловым спиртом (40 г), смесь нагревают до тех пор, пока ванилин не растворится. После раствор смешивают с 1000 г сахарной пудры, просушивают и просеивают.

Количество ванилина в кондитерских изделиях не должно превышать 0,5 %.

*Миндаль обыкновенный* растет в виде куста или деревца с красноватыми веточками. Плод представляет собой кожистую, покрытую волосками костянку, растрескивающаяся при созревании. Поверхность его гладкая или морщинистая.

Сладкий миндаль отличается от горького отсутствием амигдалина, который служит носителем типичного миндального вкуса. Чаще всего выращивают три разновидности миндаля:

1) горький – содержит гликозид амигдалин, который легко разлагается на сахар, бензальдегид и сильно ядовитый цианистый водород. Поэтому не рекомендуется употреблять горький миндаль без его предварительной обработки, и вообще его не рекомендуется есть детям. Для ребенка смертельная доза составляет 10 миндалин, для взрослого – 50. В процессе жаренья, прокаливания и варения цианистый водород исчезает;

2) сладкий – со сладким семенем и незначительным содержанием амигдалина. Его пряность значительно слабее. Употребляется при жареньи рыбы, в особенности форели;

3) хрупкий с плодами, имеющими тонкую и хрупкую скорлупу и сладкие семена. Семена миндаля сладкого и хрупкого можно есть без предварительной тепловой обработки.

Горький и сладкий миндаль используют в качестве лекарства, в косметике, питании и в качестве пряности. В фармацевтической промышленности из него вырабатываются галеновы препараты.

Зеленые плоды сладкого миндаля засаливают или засахаривают в варенье. Зрелые же ядра применяют в кондитерской промышленности.

Горький и сладкий миндаль употребляется в различных изделиях из теста, сладостях, при приготовлении ликеров и блюд с тонким вкусом. Жареный соленый миндаль хорошо дополняет напитки.

Из жмыха, который остается после отжима масла из ядер, готовят муку, используемую для приготовления лекарств и кондитерских изделий.

*Эстрагон, или тархун*, – многолетнее пряное и лекарственное растение. Культивируется в большинстве европейских стран. Как пряность известен очень давно. В кулинарии и медицине используют зелень эстрагона, которую собирают в начале цветения растения. Собранную зелень связывают в пучки и сушат под навесом на сквозняке.

Зелень эстрагона содержит эфирное масло, состоящее в основном из эстрагона, терпенов, альдегида, линалацетата, фелландрена, а также дубильных веществ, горечи, смолы и др.

Вина, в состав которых входит экстракт тархуна (эстрагона), стимулируют работу пищеварительного тракта, усиливают образование желудочного сока и повышают аппетит. В народной медицине эстрагон используют для повышения аппетита, а также при заболеваниях стенок сосудов.

Эстрагон обладает слабо пряным ароматом и терпким острым вкусом.

*Фенхель обыкновенный* – внешне похожее на тмин луговой, мощное (до 2 м высотой) двухлетнее или многолетнее растение семейства зонтичных. Фенхель возделывают ради плодов со сладким пряным ароматом, напоминающим анис, и сладковатым, слегка острым вкусом. Характерный запах вызван содержанием в растении анетола и фенхона. Плоды содержат: до 6 % эфирного масла, до 12 % жирного масла, а также белки, сахар и др.

Плоды фенхеля используют в производстве ликеров, кондитерских изделий, главным образом печенья, пирогов и пудингов.

*Бадьян обыкновенный* – вечнозеленое тропическое дерево. В качестве пряности используют высушенные плоды. Бадьян содержит до 5–7 % ароматного эфирного масла, основным компонентом которого является анетол. Кроме него, эфирное масло содержит терпены, смолы, танин, сахар и др.

Бадьян оказывает противоспазматическое действие, а также улучшает работу желудка.

Вкус у бадьяна пряный, сладковатый. Используется при производстве ликеров, пунша, грога и компотов из слив, груш, яблок и айвы. Бадьян великолепно дополняет вкус теста (в особенности печенья), различных фруктовых супов, пудингов.

Бадьян прекрасно сочетается с черным перцем, фенхелем, корицей, гвоздикой и имбирем. Поэтому его можно использовать для получения различных смесей, которые добавляются в блюда из свинины и птицы. Некоторые ценители не обходятся без добавления щепотки молотого бадьяна в сладкий крепкий чай.

*Какао-порошок* получают путем измельчения и частичного обезжиривания какао-бобов. Порошок содержит 14 % жира, его влажность – не более 7,5 %, обладает характерными для какао вкусом и ароматом. Применяется при приготовлении теста и кремов.

*Кофе натуральный молотый* получают путем обжаривания и измельчения семян тропического кофейного дерева. Влажность – 7 %, количество растворимых в воде экстрактивных веществ – 20–30 %. Он придает кофейный вкус кремам и тесту.

*Соль поваренная* улучшает вкусовые качества изделий. Представляет собой кристаллический хлористый натрий, растворимый в воде. Хранят соль при относительной влажности 75 %. Перед употреблением ее просеивают через сито. Соль в кристаллах предварительно растворяют и процеживают через сито с ячейками диаметром 0,5 мм.

**Правила использования специй.** Уже не одно тысячелетие люди используют травы и корни, сушеные плоды и тертые орехи как приправы к мясным, рыбным и овощным блюдам. Они помогают разнообразить вкусовую гамму и весьма полезны для здоровья. Микроэлементы, содержащиеся в специях, благоприятно влияют на процесс пищеварения. Эфирные масла тимьяна, фенхеля, шалфея, чеснока и гвоздики обладают сильным дезинфицирующим действием.

Многие пряности, такие как мак, корица, гвоздика, анис, кардамон, действуют на людей возбуждающе. Их по традиции добавляют в рождественские пироги и печенье. Эти пряности содержат вещества, снижающие усталость и повышающие тонус, что особенно важно зимой, когда многие люди подвержены депрессивным настроениям. Такие состояния обуславливаются недостатком тепла и света – важными стимуляторами настроения.

Есть свои особенности и при хранении специй. Чем они меньше измельчены, тем лучше сохраняется их аромат. В сухом, темном, хорошо проветриваемом месте пряности могут храниться от двух до пяти лет. Измельченные специи теряют свою пикантность уже по истечении нескольких недель. Поэтому рекомендуется измельчать специи непосредственно перед употреблением. Для этого следует применять металлические или керамические ступки и ручные мельницы.

## **Синтетические ароматизаторы**

*Виноградные вина и коньяк* применяются для ароматизации кремов, желе и промочек. Используют вина столовые, крепленые, ароматизированные. Вина должны иметь свойственные им аромат, вкус и цвет. Не допускается наличие осадка или мути, постороннего привкуса и запаха. При дозировке необходимо учитывать крепость вина.

*Эссенции* – растворы смесей натуральных и синтетических душистых веществ в воде или спирте. Они обладают сильным ароматом. На кондитерских предприятиях применяют ромовую, ванильную, лимонную, апельсиновую, миндальную, пуншевую и другие эссенции. Хранят в стеклянных бутылках с притертыми пробками в корзинах или ящиках с опилками в прохладном темном помещении.

Эссенции поступают одно-, дву- и четырехкратной концентрации. В рецептурах дается норма расхода эссенции однократной концентрации. Если используется более концентрированная эссенция, то норму уменьшают в 2 или 4 раза. Если в рецептуре указана определенная эссенция, то заменять ее другой нельзя.

Вводят эссенции в кремы, тесто и сиропы только в охлажденном виде.

Вкусовые продукты улучшают вкус готовых изделий, а некоторые предохраняют от засахаривания (кислоты).

### *Пищевые кислоты:*

1. Виннокаменная кислота получается из отходов виноделия при изготовлении виноградных вин, имеет вид бесцветных кристаллов или порошка.

Виннокаменную кислоту следует растворять в воде при соотношении 1:1, т. е. на 100 г кислоты нужно взять 100 г горячей воды (70–80 °С). При изготовлении кондитерских изделий дозировка растворенной кислоты, указанная в раскладках сборника рецептов, увеличивается вдвое, т. е. вместо 2 г кислоты необходимо взять 4 г раствора.

2. Лимонную кислоту получают путем сбраживания сахара грибом или выделением из лимона. Внешний вид, использование и хранение лимонной кислоты те же, что и виннокаменной.

3. Молочная кислота получается сбраживанием углеводсодержащего сырья (сахара, крахмала, мелассы) молочнокислыми бактериями. Выпускается в растворенном виде 40 и 70 %-й концентрации или в виде пасты. Во вкусовом отношении эта кислота хуже лимонной и виннокаменной. Молочная кислота 1-го сорта обычно бесцветная или слабо-желтая, 2-го – желтая или светло-коричневая, 3-го сорта – желтая или темно-коричневая. Раствор молочной кислоты должен быть без мути и осадка.

4. Уксусная кислота выпускается 3-, 6– и 8 %-й концентрации. При дозировке в рецептурах следует учитывать крепость раствора уксусной кислоты и перед использованием разводить водой.

## **Тема 10. Вода в пищевых продуктах**

### **10.1 Значение влаги в пищевых продуктах**

### **10.2 Свободная и связанная влага в продуктах**

### **10.3. Методы определения влажности в пищевых продуктах**

#### **10.1 Значение влаги в пищевых продуктах**

Вода – важная составляющая пищевых продуктов. Она не является питательным веществом, но вода жизненно необходима как стабилизатор температуры тела, переносчик питательных веществ, реагент и реакционная среда во многих биохимических превращениях, стабилизатор биополимеров. Благодаря физическому взаимодействию с белками, полисахаридами, липидами, солями вода вносит большой вклад в текстуру пищевых продуктов. Вода присутствует в растительных и животных продуктах как клеточный и внеклеточный компонент, как диспергирующая среда и растворитель, влияет на консистенцию, структуру, внешний вид, устойчивость продукта при хранении.

Содержание влаги в некоторых продуктах:

- мясо	65-75 %
- фрукты и овощи	70-90 %
- хлеб	35 %
- зерно, мука	12-15 %

- сыр 37 %
- молоко 87 %
- пиво, соки, напитки 87-95 %

Многие продукты содержат большое количество влаги, что отрицательно сказывается на стабильности при хранении. Так как вода непосредственно участвует в гидролитических процессах, ее удаление, связывание за счет увеличения содержания соли, сахара приводит к замедлению и даже к прекращению многих реакций, ингибирует рост микроорганизмов. Все это способствует удлинению сроков хранения продуктов.

## 10.2 Свободная и связанная влага в продуктах

Обеспечение устойчивости при хранении продуктов определяется в большой мере соотношением свободной и связанной влаги.

**Свободная влага** – это влага не связанная полимером и доступная для протекания биохимических, микробиологических, химических процессов.

Свободная влага является непрерывной средой, в которой растворены компоненты пищи: органические кислоты, минеральные вещества, углеводы, ароматические вещества. Количество свободной воды можно значительно уменьшить высушиванием, замораживанием, сгущением.

**Связанная влага** – это ассоциированная вода, прочно связанная с компонентами пищи – белками, углеводами, липидами за счет химических и физических связей. По форме связи с компонентами пищи и по мере убывания энергии связи делится на три группы; **химическую, физико-химическую и механическую связь.**

Влага химически связанная входит в состав сухих веществ, например в зерне это вода кристаллогидратов полисахаридов (крахмала и др.). Она обладает наибольшей энергией связи, очень прочна, разрушается с большим трудом и при высоких температурах.

**Физико-химическая влага** образуется в результате притяжения диполей воды полярными группировками молекул белка, липидов. Такая вода образует гидратную оболочку вокруг гидрофильных групп белка и липидов. Физико-химическая связь оказывает влияние на стабильность белковых и липидных систем в продуктах. Физико-химическая влага не замерзает при низких температурах (-40°C), не растворяет нутриенты продукта, почти не удаляется из продукта при высушивании, недоступна микроорганизмам.

**Механически связанная влага** - это влага, удерживаемая в капиллярах и матричных структурах составных частей продукта. Большинство пищевых продуктов имеет довольно большой диаметр капилляров и плохо удерживает такую влагу. Вода удерживается макромолекулярными матрицами таких структур как пектин, крахмал, белок. Эта вода удерживается за счет водородных связей, не выделяется из пищевого продукта, но в некоторых технологических процессах она ведет себя как свободная вода. Ее можно удалить высушиванием, можно заморозить. Эта вода влияет на сохранность гелеобразных продуктов, например,

потеря такой физически связанной воды (синерезис) приводит к резкому ухудшению качества.

Издавна было замечено, что продукты с одинаковым содержанием влаги по-разному портятся. Оказалось, что большое значение имеет то, насколько ассоциирована (связана) вода с компонентами продукта. Чем сильнее связана вода, тем она менее способна участвовать в гидролитических и других процессах, разрушающих и портящих продукт.

В связи с этим было введено понятие Активность воды.

**Активность воды ( $a_w$ )**- это отношение давления паров воды над продуктом ( $P_w$ ) к давлению паров над чистой водой ( $P_0$ ) при той же температуре. То есть  $a_w = P_w/P_0$ . Активность воды равна относительной влажности в состоянии равновесия ( $\psi$ ) при которой продукт не впитывает влагу и не теряет ее в атмосферу, уменьшенной в сто раз, то есть активность воды определяется по формуле 9.1:

$$a_w = \psi/100, \quad (9.1)$$

Где:  $a_w$  – активность воды в продукте,  
 $\psi$  – относительная влажность,  
100 - коэффициент

Значение активности воды ( $a_w$ ) в пищевых продуктах: фрукты 0,97, хлеб 0,95, мука, зерно 0,80, сахар 0,1, мясо 0,97.

### 10.3 Методы определения влаги в пищевых продуктах

На пищевых предприятиях обычно контролируется массовая доля влаги в сырье и продуктах, независимо от формы ее связи, то есть определяется влажность. Влажность выражается в процентах. При определении влажности чаще всего используют термогравиметрический метод и рефрактометрический метод.

**Термогравиметрический метод** определения влажности основан на удалении влаги из продукта путем высушивания до постоянной (неизменяющейся при дальнейшей сушке) влажности. Навеску взвешивают до сушки и после получения сухого остатка. По убыли массы определяют влагу, выражая ее в процентах. К термогравиметрическим методам относят методы высушивания до постоянной массы при 105 °С, экспресс-метод высушивания на приборе Чижовой (метод ВНИИХП-ВЧ).

**Рефрактометрическое определение влажности** основано на определении сухих веществ в объекте по показателю преломления, измеряемому с помощью рефрактометра. Влажность рассчитывается по разности массы анализируемого вещества и доли в ней сухих веществ. Например, если пивное сушло содержит 11 % сухих веществ, то влаги в нем содержится:  $100 - 11 = 89$  %. Этот метод прост, удобен, быстро выполняется и хорошо воспроизводится.

Перечисленными методами определяется не вся влага продуктов, а свободная и незначительная часть связанной влаги. Для полного определения влаги применяют следующие методы:



- **дифференциальной сканирующей калориметрии** (определяется разница между общей и замерзающей или связанной водой);
- **метод ядерно-магнитного резонанса** (определяется две линии: свободной и связанной влаги, в спектре ядерно-магнитного резонанса):
  - **диэлектрические методы** (определяется разница диэлектрической проницаемости свободной и связанной воды);
  - **метод измерения теплоемкости** (теплоемкость свободной воды значительно превышает теплоемкость связанной воды).

## **Вопросы для самоподготовки по дисциплине**

### **Химия**

#### **Раздел 1. Химический состав пищевого сырья продуктов, его технологическое значение.**

1. Классификация и строение белков.
2. Ферментативные превращения белков.
3. Неферментативные превращения белков.
4. Пищевая ценность белков.
5. Значение белков в производстве пищевых продуктов.
6. Классификация и строение углеводов.
7. Строение и ферментативный гидролиз крахмала.
8. Строение и ферментативный гидролиз некрахмальных полисахаридов.
9. Пищевая ценность углеводов.
10. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.
11. Брожение и дыхание.
12. Превращения сахарозы.
13. Значение углеводов в производстве пищевых продуктов.
14. Классификация и строение липидов.
15. Какие вещества относят к пищевым добавкам.
16. Цели внесения пищевых добавок.
17. Превращения липидов: гидролиз, гидрирование, окисление.
18. Пути предотвращения окисления липидов.
19. Пищевая ценность липидов.
20. Роль минеральных веществ в организме человека.
21. Суточное потребление минеральных веществ.
22. Пищевые источники минеральных веществ.
23. Классификация витаминов.
24. Роль витаминов в организме человека.
25. Суточное потребление витаминов.
26. Пищевые источники витаминов.
27. Пищевые кислоты.
28. Классификация ферментов.
29. Роль гидролитических ферментов в пищевых производствах
30. Свободная и связанная влага в пищевых продуктах.
31. Активность воды и стабильность пищевых продуктов.

32. Роль ароматических веществ в пищевых продуктах.

33. Классификация ароматических веществ.

## Лабораторные работы

### Лабораторная работа

Дисциплина: Химия

Тема 1.1 Белковые вещества.

**Наименование работы:** Определение молочного белка в молоке.

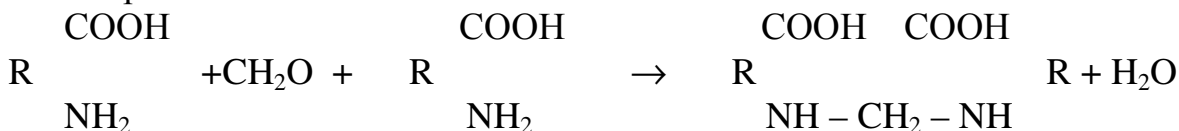
**Цель работы:** Освоение методики определения белков и казеина.

**Время:** 2 часа.

**Приборы и реактивы:** колбы или стаканы вместимостью 100-200мл, пипетки на 20мл, 5мл, 1мл титровальный прибор или бюретки на 25 мл; 0,1Н раствор NaOH, 1% раствор фенолфталеина (спиртовой), 36-40% раствор формалина.

### Теоретическая часть

Сущность метода. Белки взаимодействуют с формалином, в результате чего получается метилированный белок:



Формалин связывают аминокруппы белка, кислотные свойства белка и раствора в целом повышается и появляется возможность дополнительно титровать раствор щелочью.

От количества высвободившихся групп белка, а следовательно и от содержания белка зависит количество щелочи, пошедшей на второе титрование. По этому количеству щелочи, пошедшей на второе титрование определяем количество белка в молоке.

### Ход работы

**Опыт № 1** Определение массовой доли белка и массовой доли казеина в молоке методом формольного титрования

В колбу на 100-200мл отмерить пипеткой 20мл молока, добавить 10 капель фенолфталеина и титровать щелочью до слабо-розового окрашивания, не исчезающего при взбалтывании. Результат записывают. В эту же колбу добавляют 4 мл раствора формалина (нейтрализованного по фенолфталеину). Слабо-розовая окраска исчезнет, тогда вторично титруют щелочью до появления слабо-розовой окраски. Количество пошедшей на второе титрование щелочи умножают на коэффициент 0,959 и получают содержимое белка в молоке в %. А для определения казеина, количество пошедшей на второе титрование щелочи, умножают на коэффициент 0,75.

### Отчет о работе.

1. Рассчитать массовую долю белка в молоке.
2. Рассчитать массовую долю казеина в молоке.

3. Сделать вывод о качестве молока.

### Контрольные вопросы

1. В чем состоит сущность определения белка в молоке?
2. Каково содержание белка в молоке?
3. Какой индикатор используют для формольного титрования?

## Лабораторная работа №2

Дисциплина: Химия

Тема 1.2 Липиды.

**Наименование работы:** Изучение свойств липидов **Цель работы:** Экспериментально изучить свойства твердых и жидких жиров.

**Время:** 2 часа.

**Приборы и реактивы:** подсолнечное масло, этиловый спирт, 5% NaOH, 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, раствор мыла, раствор белка, смесь спирта с бензолом (1:1), фенолфталеин, 0,1N. гидроксид калия, 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 2% раствор KMnO<sub>4</sub>, твердый жир, 15% спиртовой раствор NaOH, хлорид натрия, водяная баня.

### Ход работы:

#### Опыт 1. Эмульгирование жиров и масел.

В пять пробирок вносят по 2-3 капли подсолнечного масла, затем добавляют в первую пробирку 3 мл воды, во вторую – 3 мл 5% NaOH, в третью – 3 мл 5% раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, в четвертую – 3 мл раствора мыла, в пятую – 3 мл раствора белка. Содержимое всех пробирок энергично встряхивают, происходит образование эмульсий. Пробирки ставят в штатив на 3-5 мин, после чего отмечают, в каких пробирках образовалась устойчивая эмульсия и в каких – неустойчивая (произошло расслоение, приводящее к появлению слоя мыла на поверхности жидкости).

#### Опыт 2. Определение кислотного числа масла.

В конической колбе емкостью 50 мл растворяют 2 г растительного масла в смеси спирта с бензолом (1:1) и прибавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина. К раствору масла по каплям при встряхивании добавляют из бюретки 0,1N. раствор гидроксида калия до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей после взбалтывания.

#### Опыт 3. Взаимодействие растительного масла с водным раствором перманганата калия (реакция Е.Е. Вагнера).

В пробирку наливают примерно 0,5 мл подсолнечного масла, 1 мл 10% раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и 1 мл 2% раствора KMnO<sub>4</sub>. Энергично встряхивают содержимое пробирки. Фиолетовая окраска KMnO<sub>4</sub> исчезает.

#### Опыт 4. Омыление жира спиртовым раствором NaOH.

В коническую колбу емкостью 50-100 мл помещают 1,5 – 2 г твердого жира и приливают 6 мл спиртового раствора NaOH. Колбу закрывают пробкой с воздушным холодильником, перемешивают реакционную смесь и нагревают колбу в водяной бане при встряхивании в течение 10-12 мин (T= 80 °C водяной бани). Для определения конца реакции несколько капель гидролизата выливают в 2-3 мл горячей дистиллированной воды: если гидролизат растворяется полностью, без

выделения капель жира, то реакцию можно считать законченной. После окончания омыления из гидролизата высаливают мыло добавлением 6-7 мл горячего насыщенного раствора хлорида натрия. Выделяющееся мыло всплывает, образуя на поверхности раствора слой. После отстаивания смесь охлаждают холодной водой, затвердевшее мыло отделяют.

### Отчет о работе

1. Какие реакции протекают в процессе титрования масла гидроксидом калия?
2. Напишите уравнение реакции дипальмитоолеина с перманганатом калия в водной среде и подберите коэффициенты.
3. Напишите уравнение реакции омыления тристеарина гидроксидом натрия. Назовите продукты реакции.

### Контрольные вопросы.

1. Какие вещества называются жирами и при помощи каких методов ученые определили их состав?
2. Чем отличаются твердые жиры от жидких? Изобразите структурную формулу карбоновой кислоты, которая входит в состав растительных масел.

## Лабораторная работа №3

Дисциплина: Химия

Тема: 1.3 Углеводы

Наименование работы Изучение свойств углеводов.

Цель: Экспериментально на примере глюкозы изучить свойства моносахаридов.

Время: 2 часа

Приборы и реактивы: глюкоза (безв.), 1% раствор глюкозы, 1% раствор фруктозы, 10 и 20% растворы глюкозы, ацетат натрия (безв.), уксусный альдегид, 10% NaOH, 5% CuSO<sub>4</sub>, известковое молоко, термометр, водяная баня, фильтровальная бумага, воронки.

### Теоретическая часть

Углеводами называются полиоксиальдегиды и полиоксикетоны, а также соединения, которые превращаются в них после гидролиза.

Углеводы подразделяются на три группы:

- моносахариды;
- олигосахариды или дисахариды;
- полисахариды.

**Моносахариды** обычно содержат пять или шесть атомов углерода. Из пентоз распространены: **арабиноза, ксилоза, рибоза**. Из гексоз часто встречаются: **глюкоза, фруктоза, галактоза**.

**Олигосахариды** являются полисахаридами первого порядка, то есть состоят их 2-10 остатков моносахаридов, соединенных гликозидными связями. Из олигосахаридов более распространены дисахариды, важное практическое значение в бродильных производствах имеют декстрины, состоящие из трех, четырех и более остатков глюкозы.

Из дисахаридов разделяют восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. К **восстанавливающим** относят дисахариды, имеющие свободный полуацетальный гидроксил, это **мальтоза, целлобиоза, лактоза**. К

**невосстаннавливающим** относят дисахариды, у которых в образовании гликозидной связи участвует два полуацетальных гидроксила, это дисахариды **сахароза и трегалоза**.

**Полисахариды второго порядка** состоят из большого количества остатков углеводов. По строению полисахариды могут состоять из моносахаридных единиц одного типа - это гомополисахариды, а также из мономерных звеньев двух и более типов – это гетерополисахариды. Полисахариды могут иметь линейное строение или разветвленное строение.

**Крахмал** состоит из остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы. Связь 1,4 у линейной структуры крахмала, которая называется **амилоза** и связи 1,4 и 1,6 у разветвленной структуры крахмала, которая называется **амилопектин**. Крахмал является основной углеводной составляющей пищи человека. Это главный энергетический ресурс человека.

**Гликоген** состоит из остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы, связь 1,4 и 1,6, разветвление у гликогена находятся через каждые 3-4 звена глюкозы. Гликоген является запасным питательным веществом живой клетки. Гидролиз гликогена осуществляют амилалитические ферменты.

### **Ход работы**

**Опыт №1. Реакция моносахаридов со щелочным раствором гидроксида меди (II).**

В пробирке смешивают 2 мл 1% раствора глюкозы и 1 мл 10% раствора гидроксида натрия, затем по каплям добавляют 5% раствор сульфата меди. Образующийся вначале голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании растворяется, получается синий прозрачный раствор комплексного алкоголята (сахарата) меди (II).

Эта реакция доказывает присутствие в молекуле глюкозы нескольких гидроксильных групп; она характерна для многоатомных спиртов.

**Опыт № 2. Окисление моносахаридов гидроксидом меди (II) в щелочной среде.**

В пробирке смешивают 3 мл 1% раствора глюкозы и 1,5 мл 10% раствора гидроксида натрия. Затем по каплям при встряхивании добавляют 5% раствор сульфата меди до появления не исчезающей при встряхивании мути. Избыток гидроксида меди (II) мешает реакции, так как при нагревании он теряет воду и превращается в оксид меди CuO черного цвета. Если же гидроксида меди (II) слишком мало, то связанная им глюкоза при нагревании осмолается, продукты осмоления темного цвета также маскируют реакцию. Содержимое пробирки нагревают до начинающегося кипения так, чтобы нагревалась лишь верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля. В нагретой части раствора появляется желтый осадок гидроксида меди (I), вскоре переходящий в красный осадок оксида меди (I).

**Опыт №3. Окисление моносахаридов аммиачным раствором оксида серебра (реакция серебряного зеркала).**

Сначала готовят аммиачный раствор гидроксида серебра . из 4-5 мл 1% раствора нитрата серебра. Аммиачный раствор гидроксида серебра делят пополам. К одной части его приливают 1,5 мл 1% раствора глюкозы, к другой – 1,5 мл 1% раствора фруктозы. Обе пробирки нагревают 5-10 мин в водяной бане, нагретой до 70-80<sup>0</sup>С. Металлическое серебро в обеих пробирках выделяется на стенках в виде зеркального налета. Во время нагревания пробирки нельзя встряхивать, иначе металлическое серебро выделится не на стенках пробирок, а в виде темного осадка. Чтобы получить хорошее зеркало, в пробирках предварительно кипятят 10% раствор гидроксида натрия, затем их споласкивают дистиллированной водой.

#### **Опыт№ 4. Реакция дисахаридов с реактивом Фелинга.**

*В три пробирки наливают по 1,5 – 2 мл 1% растворов сахарозы, мальтозы и лактозы. Затем в каждую пробирку добавляют равный объем реактива Фелинга, жидкости перемешивают и нагревают в пламени горелки верхнюю часть растворов до начинающегося кипения. Нижняя часть растворов не должна нагреваться.*

Во всех ли пробирках появляется красный осадок оксида меди (I)? Объясните результаты опыта.

#### **Опыт№ 5. Обнаружение лактозы в молоке.**

В небольшой химический стакан (25мл) наливают 5-7 мл молока, разбавленного водой (1:1), и добавляют к нему несколько капель уксусной кислоты при перемешивании смеси стеклянной палочкой. В кислой среде белок свертывается и выпадает в виде хлопьев.

Осадок отфильтровывают и отбрасывают, а фильтрат нейтрализуют 10% раствором гидроксида натрия до слабощелочной реакции по индикаторной фенолфталеиновой бумажке. Раствор щелочи добавляют по каплям при перемешивании жидкости стеклянной палочкой. Отливают 2 мл полученного щелочного раствора, добавляют к нему 2 мл реактива Фелинга, смесь перемешивают и нагревают верхнюю часть раствора до начинающегося кипения.

#### **Опыт№ 6. Гидролиз (инверсия) сахарозы.**

В пробирку наливают 3 мл 1% раствора сахарозы и прибавляют 1 мл 10% раствора серной кислоты. Полученный раствор кипятят в течение 5 мин, затем охлаждают и делят на две части. Половину раствора нейтрализуют сухим гидрокарбонатом натрия, добавляя его небольшими порциями при перемешивании. (Осторожно, жидкость вспенивается от выделяющегося оксида углерода (IV).) После нейтрализации (когда прекратится выделение CO<sub>2</sub>) приливают равный объем реактива Фелинга и нагревают верхнюю часть жидкости до начинающегося кипения.

Изменяется ли окраска реакционной смеси?

*В другой пробирке нагревают смесь 1,5 мл 1% раствора сахарозы с равным объемом реактива Фелинга. Сравнить результаты опыта – реакцию сахарозы с реактивом Фелинга до гидролиза и после гидролиза.*

### **Опыт №7 Реакция полисахаридов с йодом.**

*В две пробирки наливают по 1 мл 1% растворов крахмального клейстера и гликогена и затем добавляют по несколько капель сильно разбавленного водой раствора йода в иодиде калия. В пробирке с раствором крахмала появляется интенсивное синее окрашивание. При нагревании этого раствора до кипения синяя окраска исчезает, при охлаждении раствора снова появляется. Гликоген с раствором йода дает красно-бурое окрашивание.*

Йодокрахмальная реакция применяется в аналитической химии для открытия как крахмала, так и йода. Крахмал широко применяется в качестве индикатора в йодометрии.

### **Отчет о работе.**

1. Описать наблюдения за реакциями.
2. Объясните результаты опытов.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие функциональные группы характерны для углеводов?
2. Назовите качественную реакцию на альдегидную группу углеводов?
3. Как определить наличие йода в пищевом сырье?
4. Как проходит инверсия сахарозы?

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Нормативные документы

1. Закон РФ «О защите прав потребителя», (ред. От 23.11.2009) (с изм. И доп., вступающими в силу с 01.01.2010).
2. Закон РФ «О качестве и безопасности пищевых продуктов», (с изменениями от 30 декабря 2001 г., 10 января, 30 июня 2003 г.)
3. СанПиН 2.3.6.1078-01 Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
4. СанПиН 2.3.6.1079-01 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья.

### Учебники

1. Артеменко, А.И. Органическая химия: учеб. пособ. / А.И. Артеменко. – М.: Высш. шк., 2003. – 605 с.: ил
2. Жеребцов, Н.А. Биохимия: учеб. / Н.А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2002. – 696 с.
3. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, А.П. Трауберг, С.Е. Кочеткова – СПб.: ГИОРД, 2001. -575 с.
4. Голубев В.Н. Основы пищевой химии./ В.Н. Голубев В.Н. – М.; Биоинформсервис, 2008. - 223 с.
5. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин – М.: Высшая школа, 2009. – 173 с.
6. Фурс, И.Н. Технология продукции общественного питания: учеб. пособ. / И.Н. Фурс.- Минск: Новое знание, 2009.- 799 с.: ил.

### Интернет ресурсы

1. Химия. Образовательный сайт для школьников и студентов [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://hemi.wallst.ru/> – Дата обращения: 14.04.2015. – Заглавие с экрана.
2. Алхимик [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/> – Дата обращения: 14.04.2015. – Заглавие с экрана.
3. Химия. Общероссийский проект «Школа цифрового века» [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://him.1september.ru/>. – Дата обращения: 14.04.2015. – Заглавие с экрана.
4. Химия и жизнь. Электронная версия журнала [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://www.hij.ru/>. – Дата обращения: 14.04.2015. – Заглавие с экрана.
5. Химия [Электронный ресурс] / College.ru: сайт // Режим доступа: <http://www.college.ru/chemistry/> – Дата обращения: 14.04.2015. – Заглавие с экрана



Учебное издание

**Химия**

**Раздел 1. Химический состав пищевого сырья продуктов,  
его технологическое значение**

учебное пособие

Савелькина Н.А.

Редактор Е.Н. Осипова

Подписано к печати 08.09.2015 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага печатная. Усл. п. л. 3,72. Тираж 20 экз. Изд. № 3549.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ

---