



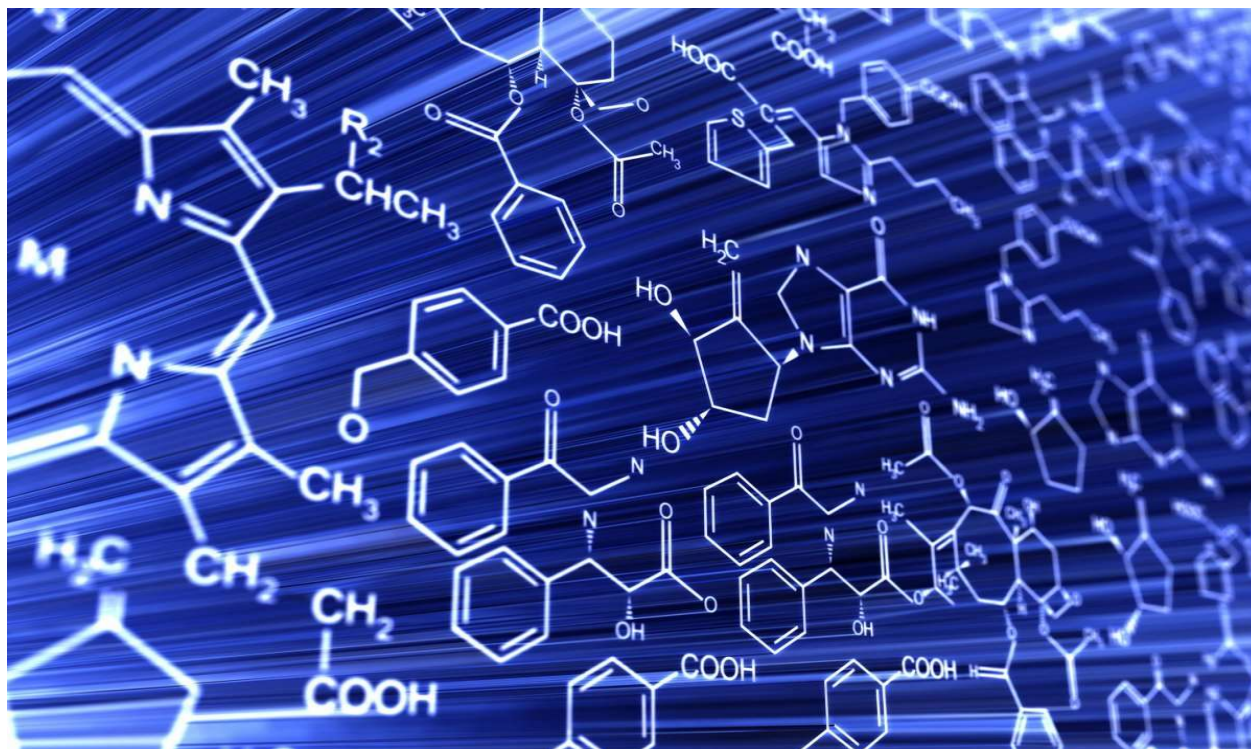
**COLEGIUL DE MEDICINĂ VETERINARĂ  
ȘI ECONOMIE AGRARĂ DIN BRĂTUȘENI**

**SUPPORT DE CURS**

**LA UNITATEA DE CURS**

**S.07.O.027 „Биохимия продуктов питания”**

**PFP 72110 „Siguranța produselor agroalimentare”**



**A ELABORAT PROFESORUL  
FRECĂUȚANU ELENA  
GRAD DIDACTIC I**

**BRĂTUȘENI**

# РАЗДЕЛ 1: ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОХИМИИ ПИЩИ. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

## ТЕМА: ВВЕДЕНИЕ. ОБЪЕКТ ДИСЦИПЛИНЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ ПИЩА И ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА.

**Пища** – сложная смесь приготовленных для еды пищевых продуктов. Основными пищевыми веществами являются: белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины и вода.

**Питание** является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье человека. Питание должно быть безопасным, качественным, соответствовать физиологическим и возрастным потребностям человека и обеспечивать поступление всех необходимых питательных веществ.

**Питание** – это сложный процесс поступления, переваривания, всасывания и усвоения в организме пищевых веществ.

**Питательные вещества (нутриенты)** - это **пищевые** (белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли, вода) и **вкусовые** (органические кислоты, кетоны, эфиры, красители, дубильные вещества и т. д.) **вещества**, ради которых и употребляются продукты питания.

**Вкусовые вещества** — **вещества**, используемые в качестве приправ, улучшающих **вкус** и запах пищи. К вкусовым веществам относятся различные части растений (семена, плоды, листья, цветы, корни), обладающие ароматическими и **вкусовыми** свойствами. Вкусовые вещества вызывают раздражение обонятельных и **вкусовых** рецепторов, возбуждают секрецию пищеварительных соков, способствуя усилению аппетита и повышению усвоения пищи.

### **Пища человека и ее состав**

Из пищи организм человека получает необходимые для жизнедеятельности химические вещества, являющиеся источником роста и энергии. Продукты, которые не удовлетворяют этим задачам, но также употребляются человеком (например, перец душистый, кофе и др.), рассматриваются не как пищевые, а как вкусовые продукты, сопутствующие основной пище. К пище с полным правом относится и вода, без которой в организме не могут протекать процессы, связанные с его жизнедеятельностью. Кроме того, вода сама служит материалом для построения живых клеток и тканей. В пищевых продуктах содержится большинство известных химических элементов, но преобладают углерод, водород, кислород и азот. Эти элементы в различных сочетаниях и комбинациях составляют основу главных пищевых веществ: белков, углеводов, жиров, органических кислот, воды. В то же время имеется ряд веществ, содержащихся в продуктах питания в незначительных количествах, но играющих в жизненных процессах не менее важную роль, чем перечисленные выше. К ним можно отнести отдельные минеральные вещества, витамины, ферменты.

### **Классификация пищевых продуктов:**

#### **1. По происхождению:**

- Продукты животного происхождения (мясо, рыба, молоко, яйца и продукты их переработки);
- Продукты растительного происхождения (изделия из злаковых растений (хлеб, крупы), овощи, фрукты, грибы).

2. По своему преимущественному происхождению:

а) Продукты пластического назначения, продукты содержащие белок :

- животного происхождения: мясо и мясные продукты, рыба, молоко, яйца и их продукты;
- растительного происхождения: бобовые, зерновые, картофель.

Пищевые продукты богатые усвояемыми формами кальция и фосфора: молоко и сыры

б) Продукты энергетического происхождения:

- продукты богатые углеводами: зерновые продукты( хлебобулочные изделия, крупы), бобовые, продукты содержащие сахар- мед, шоколад, варенье;
- продукты богатые жирами: пищевые жиры ( сливочное масло, маргарин), жирное мясо, рыба, птица, сметана высокой жирности.

в) Продукты имеющие биологически стимулирующие, регуляторное назначение. К ним относятся пищевые продукты- источники биологически активных компонентов ( витаминов, микроэлементов) – овощи, фрукты, ягоды, дрожжи, растительные масла, рыбий жир и т.д.

г) Продукты имеющие вкусовое назначение:

- пряности ( перец, горчица, лавровый лист);
- пряные овощи ( лук, чеснок, петрушка).

3. По потребительским свойствам:

- Продукты массового потребления традиционной технологии, предназначенные для регулярного использования в питании основной массы населения.

Эти продукты употребляются ежедневно.

- Продукты массового потребления с измененным химическим составом- низкожировые, витаминизированные, низкокалорийные продукты
- Лечебные ( диетические) продукты- пищевые продукты с измененным химическим составом и физическими свойствами, специально созданные для использования в лечебном, а так же в профилактическом питании. К ним относятся продукты с высоким содержанием белка и других питательных веществ, пищевых волокон, продуктов с избирательно уменьшенным содержанием пищевых веществ, в том числе сахарозы, белка-холестерина и продукты питания через зонд;
- Продукты детского питания- специально созданные для питания здоровых и больных детей : молочные смеси, пюре.

Пищевые продукты не равнозначны по своей пищевой ценности. Описание пищевой ценности продукта в целом дает наиболее полное представление обо всех полезных свойствах пищевого продукта, в том числе и о его энергетической и биологической ценности.

## **ТЕМА:ОБЩИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Для роста и развития организму необходимо поступление органических и неорганических веществ, которые в результате расщепления и биосинтеза превращаются в биологические субстраты, обеспечивающие необходимый баланс энергетического и пластического материала. В результате обеспечиваются условия необходимые для гармоничного роста и развития организма, обновления клеток, органов и тканей, а также накопления энергии, необходимой для выполнения жизненно необходимых функций организма. Пищевые субстраты, обеспечивающие организм энергетическим и пластическим материалом, могут рассматриваться как основные компоненты пищи. Применительно к человеку, к таковым можно отнести воду, неорганические соли, белки, углеводы, жиры и витамины.

Пищевая ценность продукта - понятие, отражающее полноту полезных свойств продукта, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в пищевых веществах и энергии. Пищевая ценность характеризуется, прежде всего, химическим составом продукта, с учетом потребления его в общепринятых количествах, энергетической ценностью.

Критерием оценки качества пищевой ценности является содержание в 100 г съедобной части продукта *белков, жиров, углеводов (в г), некоторых витаминов, макро- и микроэлементов (в мг)*, энергетическая ценность (в ккал или кДж), дополнительные показатели. В связи с чем именно эта информация наносится на этикетке (маркировка) всех реализуемых в торговой сети продуктов.

Из 92 встречающихся в природе химических элементов 81 обнаруживается в организме человека. На 22 основных элемента приходится 4-5% от среднего веса человека. 12 химических элементов (С, О, Н, N, P, Ca, Mg, K, S, F, Cl) называют структурными, поскольку они составляют 99% элементного состава человеческого организма и входят в состав клеток и тканей организма.

Человек получает энергию, употребляя пищу, содержащую **углеводы, жиры и белки**. Энергия, заключенная в химических связях этих соединений, высвобождается в результате анаэробного (без участия кислорода) или аэробного (с участием кислорода) обмена. Для измерения энергии, заключенной в том или ином продукте, используется специальная единица измерения энергии (калория).

Одна калория — это такое количество энергии, которое требуется, чтобы повысить температуру 1 г воды на 1°C. В Международной системе единиц для этих целей используют другую единицу, которая называется джоуль. Одна **килокалория =1000 кал**, соответствует **4,19 килоджоулей (кДж)**. **1 кал=4,19 кДж**.

При окислении 1 г углеводов выделяется 4,1 ккал (17,17 кДж), 1 г жира - 9,3 ккал (38,96 кДж), 1 г белка - 4,1 ккал (17,17 кДж).

#### **Калорийность продуктов**

Необходимая энергетическая ценность (калорийность) ежедневного рациона отличается для людей разного пола, возраста, веса, рода занятий и составляет от 600 до 4200 ккал в сутки.

По уровню энергетической ценности все виды пищевых продуктов делятся на несколько групп:

- особо высокоэнергетические — 400–900 ккал/100г;
- высокоэнергетические – 250-400 ккал/100г;
- средняя энергетическая ценность — 100-250 ккал/100г;
- низкокалорийные — до 100 ккал/100г.

Различают две группы пищевых веществ. Одна группа называется основными пищевыми веществами или **макронутриентами** (от греческого «*макрос*» - *большой*). Пищевые вещества другой группы называются **микронутриентами** (от греческого «*микрос*» - *малый*), в которую входят витамины и минеральные вещества.

*Макронутриенты или основные пищевые вещества - белки, жиры и углеводы* - нужны человеку в количествах, измеряемых несколькими десятками граммов. Основными пищевыми веществами они называются потому, что дают при окислении энергию для выполнения всех функций организма.

*Микронутриенты - витамины и минеральные вещества* - нужны человеку и находятся в пище в очень малых количествах - в миллиграммах или микрограммах. Они не являются источниками энергии, но участвуют в усвоении энергии пищи, в регуляции функций в осуществлении процессов роста и развития организма.

Помимо этого, пищевые вещества подразделяются на незаменимые и заменимые. Незаменимые пищевые вещества – это 10 аминокислот, входящие в состав белков, некоторые жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, которые не образуются в организме, но необходимы для нормального обмена веществ.

*Среди всех пищевых веществ есть вещества, которые не образуются в организме человека. Эти пищевые вещества называются незаменимыми или эссенциальными.*

Они обязательно должны поступать с пищей. Отсутствие в пище любого из этих пищевых веществ приводит к заболеванию, а при длительном недостатке - к смерти, независимо от того, много или мало нужно такого вещества.

Заменимые пищевые вещества могут образоваться в организме человека из незаменимых пищевых веществ. Поэтому они называются заменимыми, т.е. их можно заменить, имея в достатке незаменимые пищевые вещества. Однако заменимые пищевые вещества также должны поступать с пищей в определенных количествах, так как они служат источниками энергии.

Все пищевые вещества составляют 6 главных групп - углеводы, белки, жиры, витамины, минеральные вещества и вода.

Кроме того, пища содержит большое количество других биологически активных веществ, имеющих значение для сохранения здоровья и профилактики многих хронических заболеваний. К ним относятся множество химических компонентов, содержащихся преимущественно в растительных продуктах, объединяемых общим названием фитосоединения.

Потребление необходимого количества пищевых веществ и в нужных соотношениях составляет один из основных научных принципов оптимального, здорового питания.

### **Основным источником энергии у человека являются углеводы**

*Углеводы*, часто называемые сахарами, являются основным источником энергии в организме и представляют собой спирты, содержащие альдегидную группу. Они легко подвергаются ферментативному гидролизу с образованием углекислого газа и воды. Кроме того, углеводы являются строительным материалом: из них состоят оболочки клеток тканей организма. Углеводы и продукты их превращений часто обуславливают те же качества пищевых продуктов – цвет, вкус, консистенцию, устойчивость при хранении и т. д. Некоторые продукты состоят почти из одних углеводов (сахар, крахмал, патока); в составе многих других углеводов преобладают (хлеб, крупа, макаронные изделия и др.). Значительное количество углеводов содержится в кондитерских изделиях, фруктовых соках, некоторых напитках и т. д.

*Различают простые углеводы* – моносахариды с 3-6 атомами углерода, дисахариды и полисахариды. Из моносахаридов в пищевых продуктах наиболее часто встречаются глюкоза, галактоза и фруктоза. Наиболее известные дисахариды – сахароза, мальтоза и лактоза.

*Полисахариды – сложные углеводы*, состоящие из сотен и тысяч связанных между собой молекул моносахаридов. В пищевых продуктах наибольшее значение имеют крахмал, клетчатка, пектиновые вещества.

*Суточная потребность организма человека в углеводах (400-500 г)* покрывается в основном за счет крахмала. Сложные углеводы в организме человека расщепляются на простые, идущие на построение тканей или сгорающие для восполнения затрачиваемой энергии.

## **Основным источником аминокислот являются белки**

В нашем организме около половины всех сухих веществ представлены белками. Белки организма разнообразны, а роль их многогранна. *Гемоглобин* – белок крови – связывает кислород, поступающий из воздуха в легкие, и затем отдает его тканям тела. *Миозин*, являющийся основой мышечных тканей, обеспечивает их движение. *Коллаген*—белок костей и хрящей – придает прочность скелету. *Кератин* – белок кожи –защищает подкожные ткани и т. д. *Ферменты и гормоны*, без которых также невозможна жизнь, представлены белками. Каждый орган человека, отдельные ткани и даже клетки состоит из своих, именно им присущих белков, различных по строению и свойствам. Состоят белки из аминокислот, связанных между собой в каждом случае в определенной последовательности. В настоящее время в составе белков найдено двадцать аминокислот: валин, лейцин, изолейцин, треонин, лизин, метионин, фенилаланин, триптофан, цистин, аланин, аргинин, аспарагиновая кислота, цистеин, глутаминовая кислота, гликокол, гистидин, пролин, оксипролин, серин, тирозин.

*Различают белки простые* – протеины, при распаде которых получают только аминокислоты, и *сложные* – *протеиды*, в которых помимо аминокислот имеются молекулы не белковой природы (например, углеводы, жиры, нуклеиновые кислоты и др.).

Заменить белки в пище другими веществами нельзя, так как только в них есть азот в нужной для нормального развития человеческого организма форме. Богаты белками мясо, рыба, яйца, молочные изделия, хлеб, различные злаки. Наиболее ценны продукты, содержащие белки, сходные с белками организма человека. Средняя потребность взрослого человека в белках 80— 100 г в день. За счет изменения структуры белков организм человека может создавать новые белки из полученных с пищей. Некоторые аминокислоты (гистидин, аргинин и др.) легко образуются в организме из других аминокислот, но есть и такие, поступление которых возможно только с пищей – человеческий организм их выработать не в состоянии. Эти аминокислоты (первые восемь из перечисленных выше) носят название незаменимых и содержащие их пищевые продукты (мясо, рыба, яйца, молоко) представляют особую ценность.

## **Важнейшим компонентом пищи являются жиры (липиды)**

**Жиры (липиды)** представляющие собой сложные эфиры глицерина и высших насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Насыщенные жирные кислоты (пальмитиновая, стеариновая и др.) используются организмом в целом как энергетический материал. За счет их окисления обеспечивается около половины потребности в энергии. При этом главную энергетическую роль играют триглицериды (нейтральные жиры).

Жиры служат резервом питания; они составляют до 10-20% массы тела, преимущественно присутствуя в подкожной жировой клетчатке. Жиры выполняют также пластическую и регуляторную функции (длинноцепочечные жирные кислоты, фосфолипиды, холестерин), входят в состав клеточных мембран, защитных оболочек нервов, сосудов, различных органов, выполняют термозащитную функцию, служат переносчиком жирорастворимых (А, Е, К) витаминов, являются предшественниками стероидных гормонов, желчных кислот и простагландинов. Особенно важны для создания целостности билипидных структур клеточных мембран длинноцепочечные ненасыщенные жирные кислоты. Их делят в зависимости от локализации первой двойной связи на три группы (омега-3, омега-6, омега9). Омега-3 и -6 кислоты являются полиненасыщенными, в то время как омега9 мононенасыщенные. Человек может синтезировать все необходимые для него липиды, кроме омега-3 ( $\alpha$ -линоленовая кислота, эйкозапентаеновая кислота, докозагексаеновая кислота) и омега-6 (линолевая кислота,  $\gamma$ -линоленовая кислота, дигомо- $\gamma$ -линоленовая кислота, арахидоновая кислота, олеиновая кислота,

кадолеиновая кислота) длинноцепочечных жирных кислот. Как простые, так и сложные липиды могут синтезироваться в организме. Исключение составляют такие ненасыщенные жирные кислоты, как эйкозапентаеновая, докозагексаеновая, линолевая, линоленовая и арахидоновая, которые должны поступать в организм человека с пищей в готовом виде. Линолевая кислота в присутствии тиамин и пиридоксина способна превращаться в арахидоновую кислоту. Указанные незаменимые жирные кислоты входят в состав фосфолипидов или служат в качестве предшественников (например, арахидоновая кислота) простагландинов, лейкотриенов, тромбоксанов и простаглицлинов.

При отсутствии или недостаточном поступлении в организм незаменимых жирных кислот у человека отмечается задержка роста, нарушение функции почек, отмечаются патологические изменения в коже, может развиваться бесплодие. Основными пищевыми источниками жиров для человека являются: молоко, мясо, яичный желток, свиное сало, копчености, мясо, рыба, орехи, растительные масла. Биологическая ценность жиров определяется обычно количеством присутствующих в них незаменимых жирных кислот и их усвояемостью. Оптимальным считается следующее соотношение жирных кислот в пищевом рационе: насыщенные жирные кислоты - 30%, мононенасыщенные типа олеиновой кислоты - 60%, полиненасыщенные - 10%. Это достигается в том случае, если соотношение растительных и животных жиров в рационе питания составляет 3:7.

### **Органические кислоты.**

Эти вещества играют большую роль, определяя во многих случаях вкусовые достоинства продуктов, а также способствуя сохранности продуктов или, наоборот, являясь причиной их порчи. Суточная потребность человека в органических кислотах (2 г) вполне удовлетворяется за счет фруктов, овощей и кисломолочных продуктов. В пищевых продуктах преобладает в основном уксусная, молочная, щавелевая, яблочная, винная и лимонная кислоты.

### **Вода**

Организм человека на 2/3 состоит из воды. В процессе жизнедеятельности он постоянно теряет ее через легкие, кожу, почки. Для восполнения этих потерь необходимо ежедневно потреблять 1800—2200 г воды. Вода – нейтральное вещество, но прекрасный растворитель. Поэтому она является идеальной средой, в которой совершаются все процессы синтеза и распада, связанные с жизнедеятельностью организма. Кроме того, вода и сама участвует во многих реакциях.

*Химически чистая вода* - это прозрачная жидкость без запаха и вкуса. Молекула воды содержит 11,19 % водорода и 88,81 % кислорода. Молекулярная масса воды составляет 18,016. Температура замерзания 0 °С, температура кипения -100 °С, плотность воды при +4 °С -1 г/см. Вода - отличный растворитель многих органических и минеральных веществ, что связано со структурой её молекулы. Молекула воды -электрический диполь. Дипольный момент воды - 1,86.

Вода имеет высокую диэлектрическую постоянную - 80, это дает возможность ее частицам легко разрушать кристаллическую решетку, образованную положительными и отрицательными ионами и осуществлять их гидратацию. Для воды характерна водородная связь, определяющая в значительной степени ее свойства и значение. Водородные связи участвуют в обоюдной проницаемости биологических мембран, в формировании высших уровней организации молекулы белка, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других веществ. Вода -слабый электролит. Диссоциирует по уравнению:  $H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$

Вода входит в состав всех пищевых продуктов. Наиболее высокое содержание воды характерно для плодов, овощей (65-95 %), молока (87-90 %), мяса (58-74 %), рыбы (62-84 %). Значительно меньше воды находится в зерне, муке, крупах, макаронных изделиях, сушеных овощах и плодах, маргарине, сливочном масле (12-17%). Минимальное количество воды содержится в сахаре (0,14-0,4%), растительном и топленом масле, кулинарных изделиях (0,25-1,0%), поваренной соли, чае, карамели без начинки, сухом молоке (0,5-5 %).

Свойства продукта зависят не только от количества содержащейся в нём воде, но и от формы связи её с другими веществами продукта. В пищевых продуктах вода может быть в свободном и связанном состоянии.

Вода – самое распространенное вещество в живой природе, и ее весовое содержание в большинстве живых организмов составляет 70% и более. Вода характеризуется рядом специфических физических свойств. При нагревании от 0 до 4°C ее объем не увеличивается, а уменьшается, и максимальной плотности она достигает при 3,98°C. При замерзании объем воды увеличивается, а не уменьшается, как объемы всех других тел. После ртуты вода обладает самым большим поверхностным натяжением. Она отличается высокой степенью смачивания, способна подниматься высоко вверх по тонким капиллярам и прилипать к поверхности многих тел, является универсальным и сильнейшим растворителем очень многих веществ, обладает чрезвычайно большой удельной теплоемкостью по сравнению с удельной теплоемкостью других тел. Вода является постоянной средой, в которой протекают все биохимические процессы в организме. Только в жидкой водной среде совершаются процессы пищеварения и усвоения пищи в желудочно-кишечном тракте. Вода активно участвует в реакциях обмена. Она выполняет также важную механическую функцию, облегчая скольжение трущихся поверхностей (суставы, мышцы, связки). Испарение воды через кожу представляет мощное приспособление, посредством которого поддерживается температура организма на постоянном уровне. С потом из организма выводятся продукты обмена (шлаки), а также частично микробы, вирусы и токсины.

Суточная потребность взрослого человека в воде обычно составляет 2,5-3,0 л, или 40 г на килограмм массы его тела, у грудных детей – в 3-4 раза больше. При физической нагрузке или при высокой наружной температуре воздуха потребность в воде повышается до 3,5-5 л и более. Потребление воды человеком должно балансироваться с ее расходом. Потребность организма в воде удовлетворяется разными путями. Так, при употреблении человеком в сутки 2,6 л воды на долю питьевой воды приходится примерно 0,9 л; воды пищевых продуктов – 1,35 л; воды, образующейся в тканях при окислении различных веществ, – 0,35 л. Недостаток воды в организме приводит к усилению вязкости крови, а избыток – к усиленному вымыванию из организма солей, повышению нагрузки на сердце и почки. При утрате воды в количестве 6-8% массы организма человек впадает в полуобморочное состояние; потеря 10% воды приводит к нарушению глотательного рефлекса, галлюцинациям, потере сознания, сердце оказывается не в состоянии проталкивать по кровеносным сосудам сгустившуюся кровь; потеря же 12% и более воды приводит к летальному исходу. Голодание переносится человеком до 21-35 дней при употреблении 300-400 мл воды в сутки, а при ее отсутствии – 4-5 дней. Излишняя вода в организме временно удерживается главным образом в мышечной ткани и в коже.

Водный обмен тесно связан с белковым, жировым, углеводным и другими обменов. Так, при избыточном употреблении воды происходит усиленный распад белков, и образовавшиеся продукты выводятся из организма. Соли натрия вызывают задержку воды в тканях организма, а соли калия и кальция способствуют ее удалению.

При этом в виде жидкости потребляется примерно 48 % суточной нормы, 40 % поступает в виде пищи и 3 % образуется непосредственно в организме в результате биохимических процессов. Чтобы избежать отравления, рекомендуется употреблять бутилированную или кипяченую воду, а также воду из источников, которая прошла лабораторную проверку.

Для характеристики свойств воды в различных продуктах и материалах широко используют понятие «активность воды». Под активностью воды в продукте понимается отношение парциального давления равновесного водяного пара на поверхности продукта к парциальному давлению насыщенного пара свободной воды в окружающей среде.

## **Следующей составляющей в перечне незаменимых факторов питания являются минеральные вещества.**

**Минеральные вещества** необходимы для нормального функционирования иммунной системы организма. Получаемые организмом даже в небольшом количестве соединения железа, марганца, селена, кремния, фтора и другие микро- и макроэлементы проникают через стенки кровеносных сосудов в виде ионных соединений и оказывают мощное антиоксидантное, антиоксическое воздействие на организм.

**Кальций** - составляет основу костной ткани. Повышает защитные функции организма, способствует выведению стронция и свинца из костей, обладает антистрессовым, антиаллергическим действием.

**Фосфор** - необходим для поддержания рН-баланса. Фосфору принадлежит значимая роль в функционировании центральной нервной системы.

**Магний** - входит в состав более чем 200 ферментов, при его участии осуществляется синтез ДНК, РНК; улучшает обмен веществ в сосудистой стенке, нормализует артериальное давление. При достаточном количестве в организме магния хорошо усваивается кальций, фосфор, калий, витамины группы В, С, Е. Магний выполняет важную функцию в профилактике заболеваний почек и сердца.

**Калий** - стимулирует передачу нервных импульсов, необходимых для нормального сокращения мышц, в том числе и мышцы сердца, регулирует сердечный ритм, поддерживает нормальную функцию почек и гормональный баланс надпочечников, обмен веществ в коже. Соединения калия способствуют усилению тканевого дыхания в митохондриях клеток. Калий является основным энергетическим минералом, обеспечивающим нормальную работу мышц и сердца.

**Натрий** - регулирует осмотическое давление в клетке, повышает тонус сосудистой стенки. Выполняет важную роль в процессе детоксикации кожи, очищения пор, усиления дыхательной функции кожи.

**Цинк** - является основным минералом для формирования аминокислот, участвует в построении всех клеток организма, способствует пролонгированному действию инсулина.

**Хром** повышает эффективность инсулина, способствует отложению гликогена в печени. обладает антиаллергическим действием.

**Железо** - антианемический минерал, входит в молекулу гемоглобина, участвует в оксигенации клеток, усваивается организмом только при наличии витаминов С и Е.

**Марганец** - участвует в стимуляции гипофизарно-надпочечниковой системы, в синтезе ферментов, усиливает поглощение глюкозы клеткой, регулирует функции ЦНС.

**Кремний** - выполняет важную роль в профилактике развития склеротических процессов и заболеваний опорно-двигательного аппарата, улучшает функцию структурных элементов кожи, волос, ногтей. Медь - повышает умственную активность, мышечный тонус, регулирует пигментный обмен, повышает усвояемость железа за счет улучшения кровообращения.

**Селен** - снижает риск сосудистых заболеваний, повышает сопротивляемость организма, улучшает кровоснабжение кожи.

**Йод** – входит в состав гормона щитовидной железы тироксина. Обеспечивает устойчивость организма к повреждающим факторам внешней среды, увеличивает способность лейкоцитов разрушать болезнетворные микроорганизмы, определяет во многом умственные способности.

**Фтор** - ионы фтора усиливают плотность костного аппарата, усиливают всасывание кальция.

**Хлориды** - играют роль регуляторов водно-солевого обмена в клетке, поддерживая нормальное осмотическое давление; необходимы для продукции желудочного сока.

**Витамины** — это органические соединения, содержащиеся в продуктах питания в ограниченных количествах, но играющие важную роль в метаболизме белков, жиров и углеводов, в осуществлении многочисленных функций организма, в т.ч. для образования и обновления клеток и тканей. В настоящее время известны 13 витаминов: жирорастворимые - А, D, Е, К и водорастворимые - В1 (тиамин), В2 (рибофлавин), В6 (пиридоксин), В12 (цианокобаламин), РР (ниацин, включающий никотиновую кислоту и никотинамид), С (аскорбиновая кислота), фолиевая кислота (фолацин), пантотеновая кислота, биотин (витамин Н). Каждый витамин обладает определенной функцией или комплексом функций. Длительный недостаток витаминов сопровождается снижением трудоспособности, ухудшением здоровья и в тяжелых случаях может приводить к смерти. Человеческий организм может в ограниченных количествах синтезировать витамины. Так, аминокислота триптофан способна преобразовываться в никотиновую кислоту, ультрафиолетовое облучение способствует образованию в коже витамина D, потребность в пиридоксине возрастает с увеличением содержания белка в пище. Кишечные бактерии человека в тех или иных количествах могут производить витамины: К, биотин, фолиевую кислоту, цианокобаламин, пиридоксин, пантотеновую кислоту, рибофлавин. Расчеты показывают, что даже самый сбалансированный и разнообразный рацион, соответствующий средним энергозатратам, дефицитен по большинству витаминов на 20-30% . В природе не существует продукта, способного одновременно содержать все витамины в необходимых количествах. Для обеспечения организма витаминами следует включать в меню все основные группы пищевых продуктов (овощи, фрукты и соки из них, зерновые продукты, мясо, рыбу и птицу, молочные продукты, жиросодержащие продукты питания). Согласно современным данным наиболее актуальной проблемой во многих странах является дефицит тиамина, ниацина, рибофлавина, фолиевой и аскорбиновой кислот. Значительное большинство биологически активных соединений, крайне важных для жизни человека, не синтезируется в организме. В связи с чем их относят к незаменимым факторам питания. Это используемые в качестве основных групп функциональных продуктов витамины, антиоксиданты, ПНЖК, минеральные вещества, пищевые волокна, незаменимые аминокислоты и олигосахариды. Витамины – особые белковые вещества, обеспечивающие в организме биохимические превращения, реакции, обмен веществ, без чего жизнь невозможна. Витамины, связанные с различными ферментами, принимают участие в обеспечении организма энергией (В1, В2, РР), биосинтезе и превращении белков и аминокислот (В6, В12), генетического материала клеток - нуклеиновых кислот (фолиевая кислота), жиров и стероидных гормонов (пантотеновая кислота и биотин). Витамин А участвует в обеспечении зрения и необходим для формирования слизистых покровов, эпидермиса, иммунной системы. Без витамина D невозможно всасывание кальция и формирование скелета и зубов. Витамин К участвует в свертывании крови. Самый популярный витамин С (аскорбиновая кислота) принимает участие в образовании белков соединительной ткани - коллагена и эластина, необходимых для формирования сосудов, хрящей, остовов костей. Вместе с витамином Е и β-каротином при участии микроэлемента селена витамин С обеспечивает функционирование антиоксидантной системы организма, защищающей клетки от повреждения продуктами окисления. От дефицита витаминов А, В, С страдают кожа, волосы, ногти. Причина – кожа, волосы и ногти наиболее часто соприкасаются с внешними факторами среды и оказываются неспособными противостоять токсическим веществам, находящимся в воздухе и воде. В результате отмечается появления сухости и шелушения кожи, трещинки на губах, угревая сыпь; ломкость и выпадение волос, их истончение и потускнение цвета; ломкость ногтей, утрата их глянцевого слоя. Заметно сказывается недостаток витаминов и на состоянии нервной системы, что проявляется раздражительностью, расстройством сна, нервными срывами, состоянием подавленности. Дефицит витаминов способствует нарушению обменных процессов, угнетает иммунную систему, снижает сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям. С овощами и фруктами можно

получить витамин С, фолиевую кислоту и β-каротин, остальные 10 из 13 наиболее важных витаминов находятся в достаточно калорийных продуктах - в мясе, рыбе, яйцах, масле, хлебе.

Ферменты — это природные катализаторы, способствующие бесчисленным процессам, поддерживающим жизнь. В сфере продуктов питания они играют решающую роль, которая часто остается незамеченной обычным потребителем. Эти биологические молекулы ускоряют химические реакции, обеспечивая расщепление, сохранение и даже преобразование продуктов питания в более вкусные и питательные формы. В этой статье рассматривается решающая роль ферментов в пищевой промышленности, исследуются их применение, преимущества и научные данные, лежащие в основе их функции.

**Ферменты** – это белки, которые действуют как катализаторы биохимических реакций. Они очень специфичны, то есть каждый тип фермента катализирует определенную реакцию. В пищевой промышленности ферменты используются для улучшения вкуса, текстуры и срока хранения, а также для содействия расщеплению сложных молекул.

*Улучшение вкуса и текстуры:* Ферменты, такие как протеазы и липазы, используются для развития и улучшения вкуса сыра и мясных продуктов. Они расщепляют белки и жиры, выделяя ароматические соединения, которые улучшают вкус и текстуру пищи.

*Увеличение срока годности:* Ферменты, такие как оксидазы, можно использовать для предотвращения потемнения фруктов и овощей, продления срока их хранения и сохранения эстетической привлекательности.

*Помощь в пищеварении:* Ферменты, такие как амилазы и целлюлазы, помогают расщеплять крахмал и целлюлозу, облегчая переваривание пищи организмом.

#### *Ферменты в молочных продуктах*

Молочная промышленность в значительной степени зависит от ферментов при производстве сыра, йогурта и других ферментированных продуктов. Сычужный фермент, смесь ферментов, является классическим примером использования в сыроделии для свертывания молока, разделения его на творог и сыворотку. Лактаза — еще один фермент, используемый для расщепления лактозы, что делает молочные продукты более усвояемыми для людей с непереносимостью лактозы.

#### *Ферменты в выпечке*

При выпечке в муку добавляют ферменты, такие как амилазы, для расщепления крахмала на сахара, которые дрожжи затем могут ферментировать с образованием углекислого газа, помогая тесту подняться. Протеазы используются для модификации глютена, улучшая текстуру и объем выпечки.

#### *Ферменты в производстве напитков*

Ферменты играют значительную роль в производстве алкогольных напитков. При пивоварении ферменты расщепляют крахмал в зернах на сбраживаемые сахара. В виноделии пектиназы используются для осветления вина путем расщепления пектина — вещества, которое может вызвать помутнение.

Протеолитические ферменты, такие как папаин из папайи и бромелайн из ананаса, используются для смягчения мяса. Эти ферменты расщепляют жесткие мышечные волокна, улучшая текстуру и вкус мясных продуктов.

**Пищевые добавки** – структурные компоненты пищевых продуктов, не употребляемые как самостоятельный пищевой продукт или компонент пищи, но добавляемые на этапах производства, хранения, транспортировки пищевого продукта для улучшения или облегчения производственного процесса или отдельных операций, увеличения стойкости продукта к различным видам порчи, сохранения структуры и внешнего вида продукта или намеренного изменения органолептических свойств. Пищевые добавки подразделяются на регулирующие вкус продукта (ароматизаторы, вкусовые добавки, подслащивающие вещества, кислоты и регуляторы кислотности); улучшающие внешний вид продукта (красители, стабилизаторы окраски); регулирующие консистенцию и формирующие текстуру (загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы); повышающие сохранность продуктов питания и увеличивающие сроки их хранения (консерванты). К пищевым добавкам не относят соединения, повышающие пищевую ценность продуктов питания, например, витамины, микроэлементы, аминокислоты. Широкое использование пищевых добавок производителями пищевых продуктов определяется стремлением - увеличить срок сохранения качества пищевых продуктов, в том числе скоропортящихся и быстро черствеющих в условиях необходимости их перевозки на большие расстояния; удовлетворить потребителя высокими и насыщенными вкусовыми качествами продукта связано с использованием ароматизаторов и красителей; создание новых видов пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям науки о питании (низкокалорийные продукты, имитаторы продуктов) - это связано с использованием пищевых добавок, регулирующих консистенцию пищевых продуктов. Европейским Советом разработана система цифровой кодификации пищевых добавок с литерой «Е». Она включена в кодекс ВОЗ-ФАО для пищевых продуктов как международная цифровая система кодификации пищевых добавок. Каждой из пищевых добавок присвоен цифровой трех- или четырехзначный номер. Номер маркируется в сочетании с названием функционального класса, отражающего группировку пищевых добавок по технологическим функциям (подклассам). Наличие в пищевом продукте пищевых добавок должно быть указано на маркировочном ярлыке. Согласно предложенной системе цифровой кодификации пищевых добавок, их классификация выглядит следующим образом (основные группы):

- E100-E199 – красители;**
- E200-E299 – консерванты;**
- E300-E399 антиоксиданты;**
- E400-E499 - стабилизаторы консистенции;**
- E450-E499 – эмульгаторы;**
- E500-E599 - регуляторы кислотности, разрыхлители;**
- E600- E699 - усилители вкуса и аромата;**
- E700-E899 – запасные индексы;**
- E900-E999 - глазирующие агенты, улучшители хлеба.**

#### **Основные функции и источники компонентов пищи**

Все пищевые продукты содержат необходимые организму компоненты: питательные вещества (белки, жиры, углеводы), витамины, минеральные соли, воду. Их основные функции и источники представлены в таблице.

Таблица. **Основные питательные вещества**

<b>Компонент пищи</b>	<b>Основные функции</b>	<b>Источники</b>
Белки	Строительный материал для новых тканей и замены отмерших клеток	Мясо, молоко, творог, сыр, хлеб, горох, фасоль, гречневая крупа
Жиры	Источник энергии, транспорт жирорастворимых витаминов	Масло растительное и сливочное, авокадо, орехи, семена

Углеводы	Основной источник энергии	Мучные изделия, фасоль, чечевица, горох, соя, картофель, фрукты
Витамины	Участие в обмене веществ, благотворное действие на нервную систему, обеспечение нормального роста и развития организма	Овощи и фрукты, растительное масло, рыба, рыбий жир и печень
Минеральные вещества	Поддержание постоянства внутренней среды организма, участие в свертывании крови, передаче нервных импульсов и транспорте веществ	Поваренная соль, рыба, яйца, хлеб, минеральная вода, овощи, фрукты
Вода	Основная среда для протекания обмена веществ	Питьевая вода, соки, вода в составе пищевых продуктов

## РАЗДЕЛ 2: МЕТАБОЛИЗМ

### ТЕМА: СИНТЕЗ УГЛЕВОДОВ, ЛИПИДОВ, БЕЛКОВ В ЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЯХ.

Характерная черта растений состоит в том, что в то время, как для животных нужны готовые белки, жиры и углеводы, растение само приготавливает их для себя. Пищей для растения служат простейшие минеральные соединения: углекислота, вода и калийные, известковые, магниевые и железные соли кислот: азотной, фосфорной и серной. Из этих простых соединений, воспринимаемых из внешней среды, растение предварительно приготавливает (синтезирует) те же белки и углеводы, и затем в более тесном смысле слова, т. е. образование живого вещества, совершается уже вполне аналогично тому, как это происходит и в организме животного. С этой точки зрения, в общем круговороте веществ растений является как бы коррективом к животным: последние постоянно только разрушают сложные органические соединения, выделяя их химические элементы в виде углекислоты, воды, мочевины и пр.; растение не только разрушает, подобно животному, но и снова создает их, пользуясь указанными отбросами животного обмена веществ. Эта особенность резко отразилась и во всей организации растений. В то время, как животное должно было изолировать свои способности (ощущения, движения), вступать в борьбу с себе подобными для того, чтобы добыть себе пищу, для растения пища рассеяна всюду в атмосфере и в почве. Нужно было только выработать приспособления для наилучшего всасывания ее — увеличить поверхность соприкосновения с атмосферой и почвой; для этого и служит широкое развитие зеленой листвы и корней, придающее растениям их характерный вид. Далее, приготавливая само для себя необходимые питательные вещества, растение не имеет нужды и в сложных пищеварительных аппаратах. Пищеварительного акта растения, собственно говоря, не знают. Вместо сложных пищеварительных аппаратов мы находим у них сравнительно очень просто устроенные аппараты для образования (синтеза) питательных веществ. Типичное зеленое растение питается простейшими минеральными соединениями, само приготавливая для себя белки и углеводы. Только там, где нет хлорофилла, в классе грибов, нужны уже готовые соединения; синтезируются лишь белки.

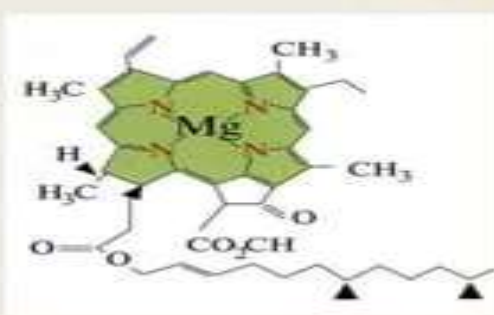


*Обмен веществ в растении* — Этим выражением (представляющим перевод немецкого термина Stoffwechsel — английские физиологи заменяют его термином **метаболизм**) обозначают совокупность превращений вещества, обуславливающих жизненную деятельность организма. Следует, прежде всего, различать процессы образования и процессы разрушения. В первых вещество утилизируется как таковое, т. е. в конечном результате служит для образования существенных частей растения — протоплазмы, твердого остова и т. д., это **ассимиляция**.

В процессах второго рода вещество не утилизируется, как вещество; оно разрушается, причем освобождается скрытый в нем запас энергии, необходимой для поддержания жизненных процессов, это **диссимиляция**.

Далее следует различать два физиологических типа растений: зеленые (содержащие хлорофилл) и растения, лишенные этого цвета — обширный класс грибов (куда с физиологической точки зрения необходимо отнести и бактерии [И небольшое число высших растений, лишенных зеленого цвета]). Первые способны созидать органические вещества из простейших неорганических окислов — воды, углекислоты — веществ, не заключающих запаса энергии. Представители второй группы нуждаются в веществах, заключающих готовый запас химической энергии, и в этом смысле сходны с животными.

### Хлорофилл



- Хлорофилл — греч. «Хлорос» — зеленоватый, «филлон» — лист — зеленый пигмент белкового происхождения, способный усваивать солнечную энергию

#### I. Процессы образования органического вещества.

А) В зеленых растениях. Вся совокупность относящихся сюда процессов обнимает поступление веществ, их усвоение и дальнейшее изменение в восходящем (в смысле усложнения, синтеза) и нисходящем порядке (в смысле разложения, упрощения состава). Процесс поступления веществ извне в

растительный организм обуславливается физическими свойствами этих веществ. Пища растений рассматриваемой категории состоит из газов и кристаллоидов — веществ, частицы которых обладают подвижностью (способностью к диффузии), и в силу этой особенности сами проникают в морфологические элементы растения (клеточки). Этим объясняется коренное отличие растений от животных: растение может быть неподвижно, так как его пища подвижна; животное, по необходимости, подвижно, так как его пища неподвижна (состоит из коллоидов).

1) *Усвоение и синтез веществ.* Под усвоением веществ должно разуметь переход всех химических элементов из тех соединений, в виде которых они поступают извне, в ту форму их соединений, в которой они встречаются в растении; поэтому совершенно неверно применять термин **ассимиляция** или усвоение исключительно только к углероду, как это делают немецкие физиологи. Из многочисленных химических элементов, найденных в растении (около 35), существенными, т. е. такими, отсутствие которых несовместимо с нормальным ходом растительной жизни, должно считать следующие 10. Так называемые органогены: **углерод, водород, кислород, азот**, представляющие основу органического вещества; затем **серу и фосфор**, входящие главным образом в состав белковых веществ, и, наконец, **калий, магний, кальций и железо**, встречающиеся в золе, но ближайшее отношение которых к органическому веществу растения нельзя считать выясненным. Высказанное положение — о необходимости этих десяти элементов для питания растения доказывается посредством так называемых искусственных культур, основная мысль которых заключается в замене сложной естественной среды искусственной — строго определенного состава — и удалении из неё, по одному, каждого из элементов в отдельности, причем нормальное или ненормальное развитие растения указывает, который из удаленных элементов следует признать существенным, который — несущественным. Самыми полными сведениями мы обладаем по отношению усвоения углерода и отчасти азота.

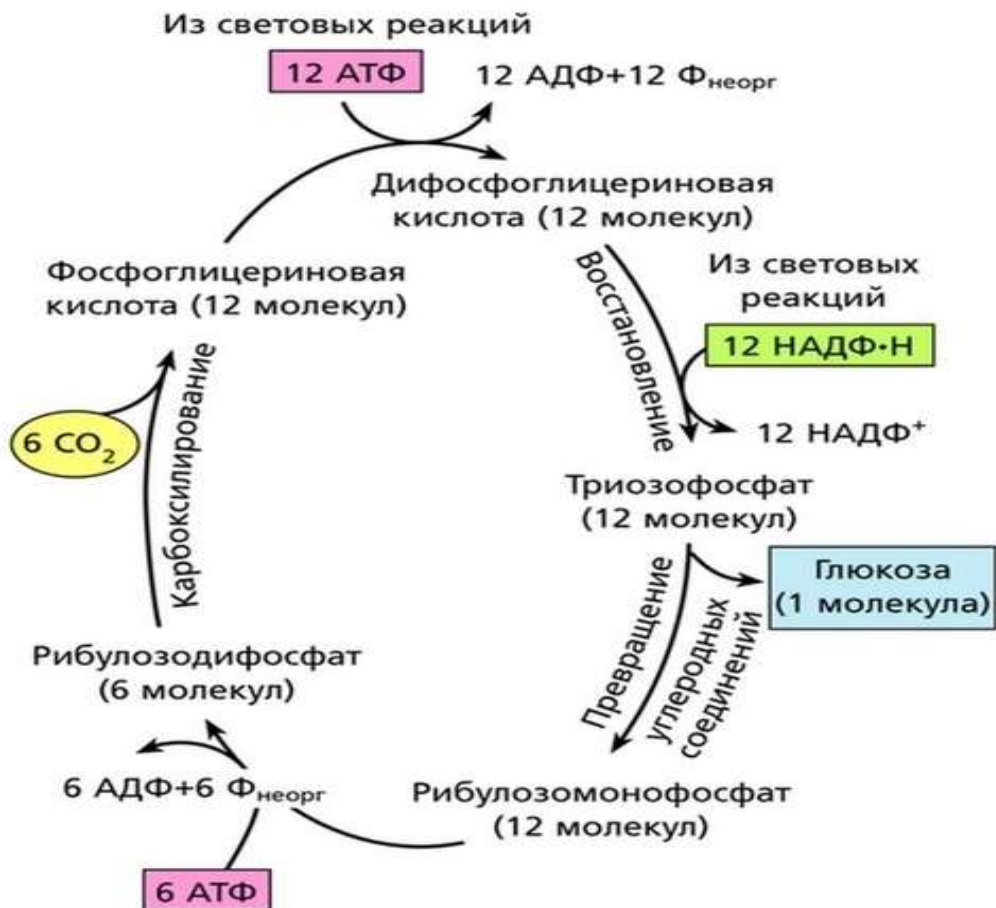
*Усвоение углерода.* Элемент этот поступает в растение из воздуха, через листья, в форме угольного ангидрида —  $\text{CO}_2$ . При участии хлорофилла листа и солнечного света, угольный ангидрид разлагается с выделением  $\text{O}_2$ , а в растении (в хлорофилловом зерне) одновременно образуется углевод (крахмал или сахар). Предполагают, что одновременно с  $\text{CO}_2$  разлагается и вода, или, что все равно, разлагается не ангидрид, а угольная кислота по следующей схеме:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$  или  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_3 = \text{C}_2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ . Краткость промежутка времени между разложением угольной кислоты и появлением крахмала (иногда 5 минут), говорит в пользу предположения, что первым продуктом этого синтеза будет крахмал, но это нельзя считать доказанным. Так как диссоциация угольного ангидрида реакция эндотермическая, то она может совершаться не иначе, как при участии внешнего источника энергии. Этим источником является лучистая энергия солнца. Отсюда следует, что процесс усвоения углерода представляет собой не только процесс химического синтеза — превращения неорганического соединения углерода в органическое, но, в то же время, и процесс усвоения, складывания в запас, превращения в потенциальную форму, кинетической энергии солнечного луча. Этим запасом энергии пользуется отчасти само растение, но в еще большей мере животный мир. Таким образом, в этом процессе, совершающемся в хлорофилловом зерне, можно сказать, выражается космическая роль растения, как посредника между неорганическим и органическим миром, между солнцем и жизнью на земле. Роль хлорофилла, несомненно, физическая — он поглощает известные лучи света, за счет которых и происходит разложение угольной кислоты; но весьма вероятно, что вещество хлорофилла участвует в этой реакции и химически.



## Сравнение световой и темновой фаз фотосинтеза

Критерии для сравнения	Световая фаза	Темновая фаза
<b>Локализация</b>	Мембрана тилакоидов	Строма хлоропласта
<b>Основные процессы</b>	Фотолиз воды Восстановление НАДФ <sup>+</sup> до НАДФ <sup>*</sup> Н <sub>2</sub> Синтез АТФ	Окисление НАДФ <sup>*</sup> Н <sub>2</sub> Распад АТФ до АДФ и Ф. Фиксация СО <sub>2</sub> (Цикл Кальвина)
<b>Исходные вещества</b>	Вода, АДФ, Ф, НАДФ <sup>+</sup>	АТФ, НАДФ <sup>*</sup> Н <sub>2</sub> , рибулёзофосфат
<b>Образующиеся продукты</b>	НАДФ <sup>*</sup> Н <sub>2</sub> , АТФ	Глюкоза, аминокислоты и т.п.
<b>Источник энергии</b>	Световая энергия	Энергия АТФ

### СВЕТОВАЯ ФАЗА ФОТОСИНТЕЗА

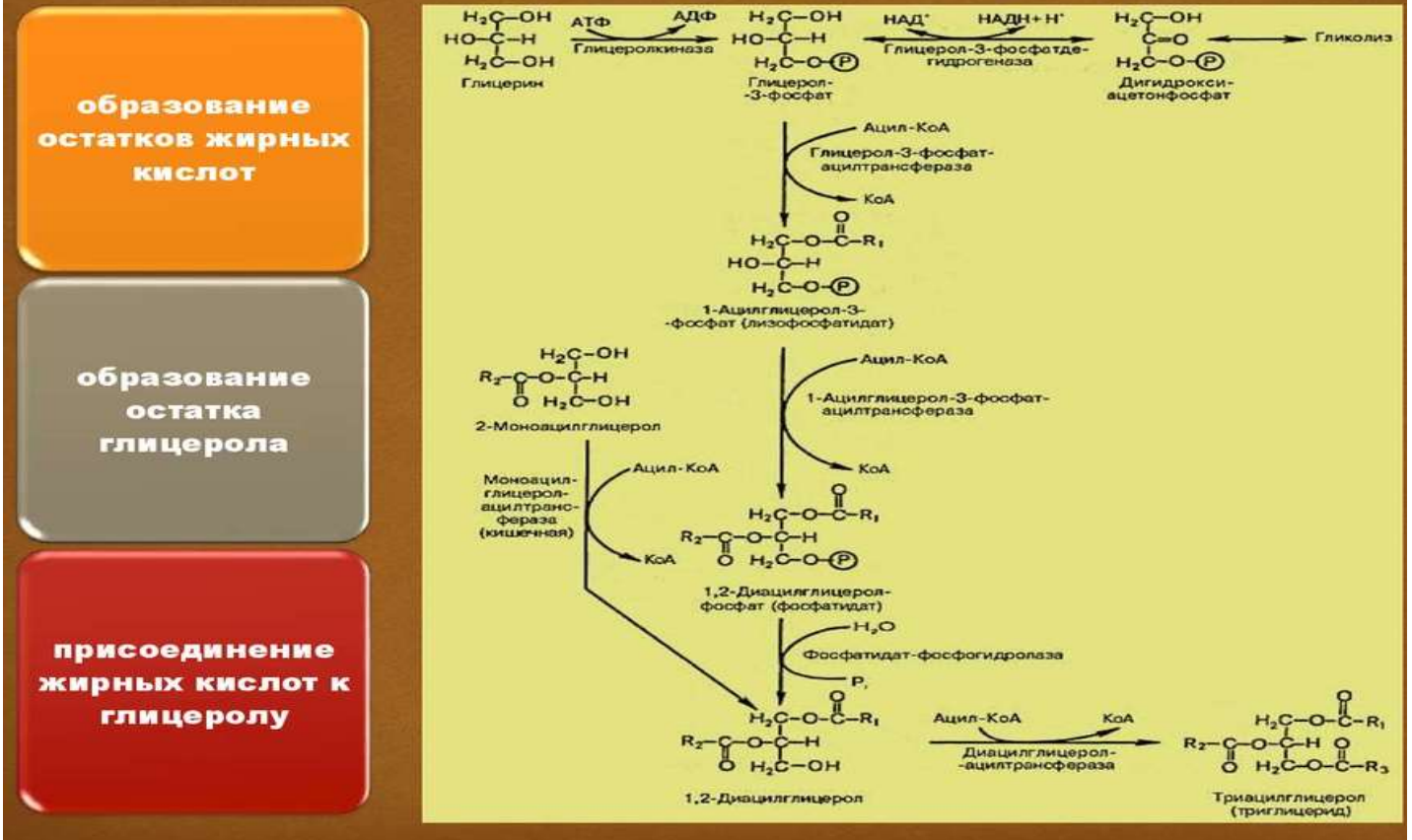


## ТЕМНОВАЯ ФАЗА ФОТОСИНТЕЗА



## СИНТЕЗ ЖИРОВ В КЛЕТКЕ ЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ

# Биосинтез жиров



**Усвоение азота и синтез белковых тел в растении.** Для зеленых растений наиболее пригодным источником азота служит азотная кислота ( $\text{HNO}_3$ ) в виде ее солей: калийной селитры, азотно-кальциевой соли и др., которые растение всасывает из почвы вместе с водой, сверх того, исследования последнего десятилетия показали, что некоторые растения (главным образом бобовые), снабженные особым рода желвачками на своих корнях, способны усваивать и свободный азот. Образование этих желвачков и связанная с их присутствием способность усваивать свободный азот зависит от заражения корней известным бактериальным организмом (*Bacterium radicum*), но где и как происходит самый процесс усвоения — еще не выяснено; достоверно только то, что при наличии почвы, не содержащей соединений азота, бактерий и зараженного ими растения, это последнее развивается нормально, не имея другого источника азота кроме свободного азота атмосферы. С аммиачными солями питание идет хуже, хотя все-таки и аммиачный азот представляет хорошую пищу (Мюнц). Аммиак растения могут всасывать и через листья из воздуха. Из незеленых растений грибы и бактерии предпочитают аммиачные соли в качестве источника азота. Органический азот — мочевины, глюконол, аспарагин и другие азотистые органические соединения, заключающие группу ( $\text{NH}_2$ ), также служат превосходною пищею для растений. В естественных условиях роста растения находят указанные соединения азота в почве, куда в конце концов попадают как отбросы животного обмена веществ, так и трупы животных и растений. Здесь эти органические остатки делаются прежде всего добычею низших организмов (бактерий, грибов), которые, растворяя и разлагая их, усваивают азотистые составные части, переводя их обратно в белки своей плазмы ("регенерация белков в почве", по Костычеву). Часть азота, однако, переходит при этом в аммиак, но и этот последний недолго остается в почве; он окисляется в азотную кислоту, и это окисление совершается также под влиянием бактерий. Азотная кислота (в виде солей) поступает в почвенный раствор и частью вымывается из почвы и уносится в реки и моря, частью поглощается корнями растений. Так как, с одной стороны, в почву постоянно поступают новые количества органических остатков, а с другой — поколения микробов постоянно сменяют друг друга, причем трупы отживших поколений делаются добычею новых, то понятно, что как регенерация белков, так и образование аммиака и азотной кислоты в почве никогда не прекращаются: во всякий момент между количествами этих веществ существует подвижное равновесие. Азотистые соединения постоянно циркулируют между животными, растениями, почвою, морем и атмосферою, причем, однако, часть азота постоянно выходит из круговорота, выделяясь в свободном состоянии.

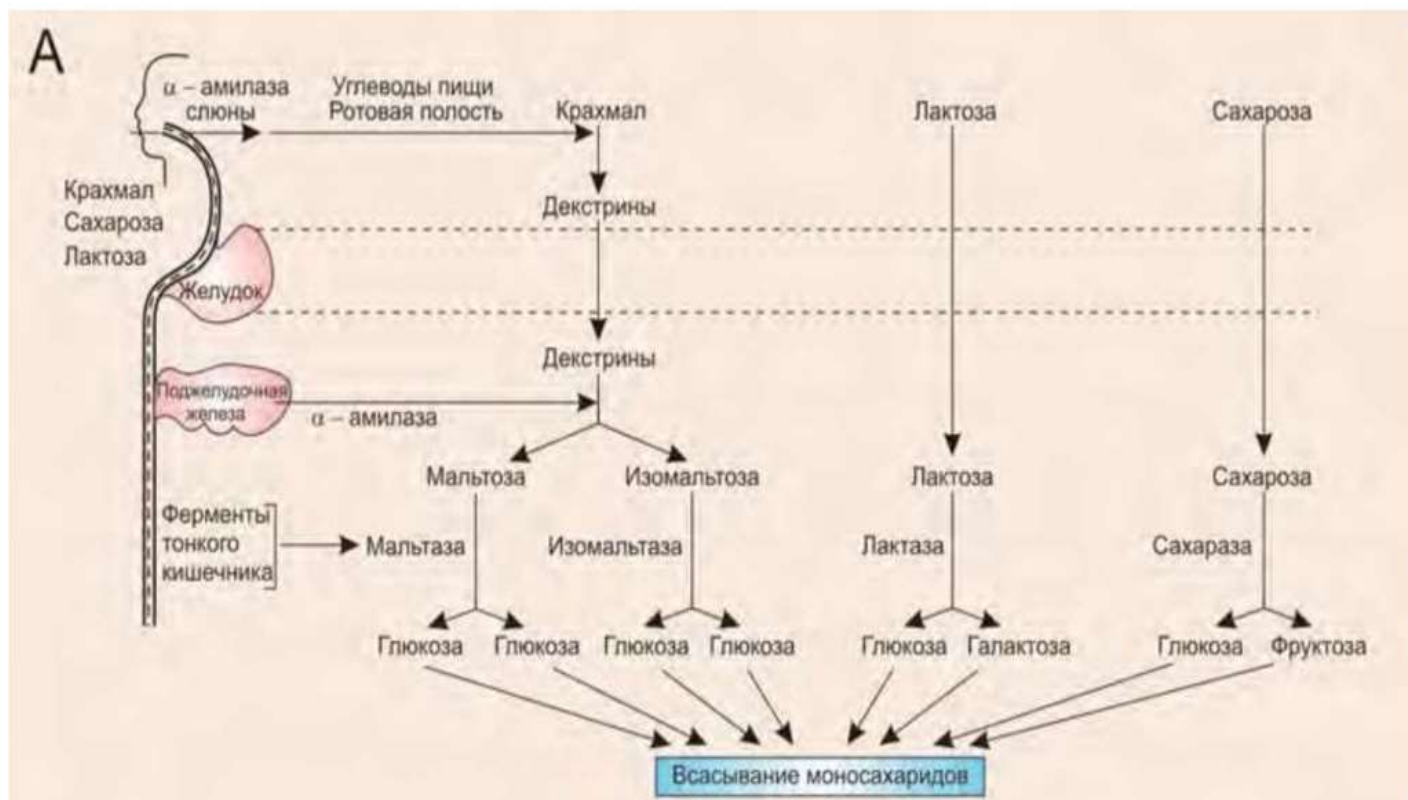
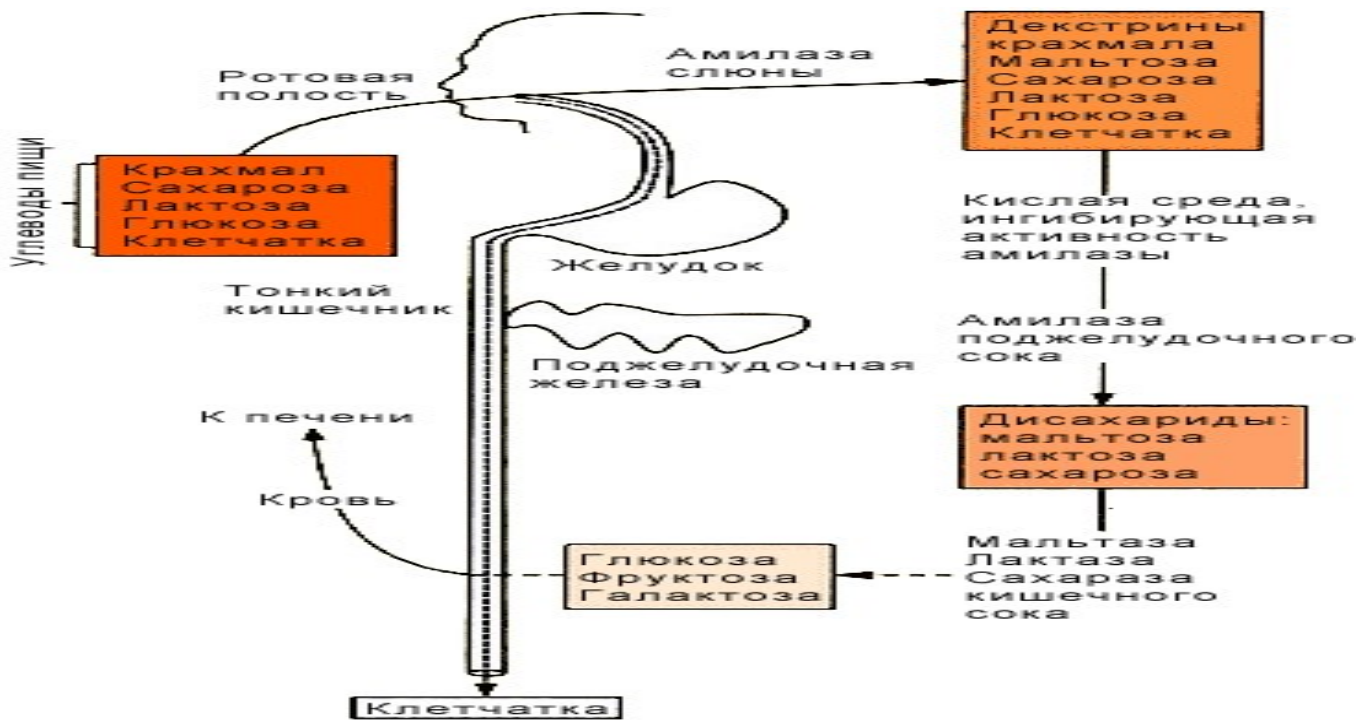
## **ТЕМА: ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОВ, ЛИПИДОВ, БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА.**

### **Углеводы**

Одновременно с пищей в наш организм поступают разные углеводы: крахмал, сахароза, лактоза, глюкоза, клетчатка. Кроме клетчатки все остальные подвергаются перевариванию и всасыванию. Ферментативный распад полисахаридов корма начинается в ротовой полости под влиянием амилазы с образованием сложной смеси декстринов. Дальнейший распад углеводов продолжается в тонких кишках под влиянием амилазы и мальтазы поджелудочной железы с образованием моносахаридов (глюкоза, фруктоза, галактоза и др.). Всосавшиеся моносахариды в стенке тонких кишок подвергаются фосфорилированию и превращению в глюкозо-6-фосфат, поэтому в кровь поступает гл. обр. глюкоза (после дефосфорилирования глюкозо-6-фосфата). Содержание глюкозы в большом круге кровообращения колеблется в **норме 0,10-0,15%**. Поступление в организм углеводов в обильных

количества приводит к возрастанию уровня глюкозы только в крови, весь избыток глюкозы задерживается в печени, превращаясь в гликоген. Регулирование содержания глюкозы в крови осуществляют 2 гормона **инсулин и глюкагон**. При недостаточной работе поджелудочной железы нарушается углеводный обмен и возрастает содержание глюкозы в крови что приводит к **сахарному диабету**

### ОБЩАЯ СХЕМА ПЕРЕВАРИВАНИЯ УГЛЕВОДОВ



## Жиры

Жиры (или липиды) помимо запаса питательных веществ и энергии выполняют много важных функций. При оптимальном питании они обеспечивают 30% калорийности суточного рациона (в то время как углеводы – 60%, а белки – 10%). Суточная доля жиров должна составлять 70-100 граммов.

Предельное время энергообеспечения за счет жиров для здоровых людей при полном голодании и употреблении только воды составляет около 50 суток.

Основное переваривание жиров происходит в тонком кишечнике в частности, в двенадцатиперстной кишке при участии панкреатической липазы. Липаза активируется желчными кислотами, которые так же эмульгируют жиры. На первом этапе ключевую роль играет именно желчь — золотисто-зеленый секрет, синтезируемый клетками печени.

В ответ на поступление жирной пищи, происходит сокращение желчного пузыря — и в просвет кишечника выделяется желчь.

Продукты расщепления жиров - глицерин и жирные кислоты, всасываются в тонком кишечнике путём пассивной диффузии в кровь и лимфу. Помимо этого в кишечной стенке происходит ресинтез жиров.

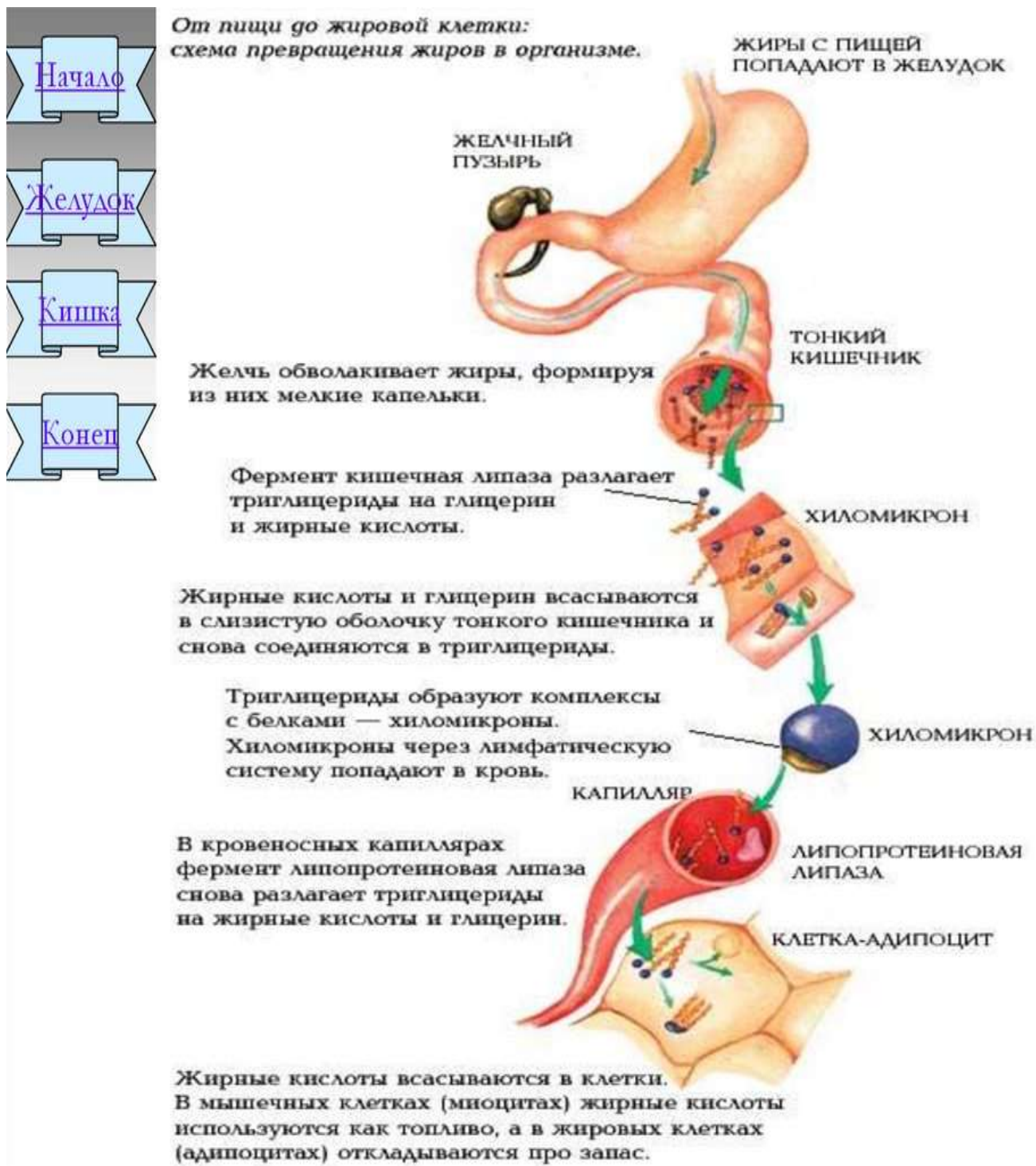
Окисление жирных кислот – важный источник энергии для многих тканей –сердечной мышцы, скелетных мышц, паренхиматозных органов. Не используют жирные кислоты как источник энергии только головной мозг и эритроциты.

Обмен жиров и углеводов тесно связаны. Углеводы превращаются в жиры легко и в большом объеме. А вот жиры в углеводы превращаются слабо и только за счет глицерина, доля которого в жирах невелика.

**Существует два основных вида жировой ткани:**

- **Подкожно-жировая прослойка.** Она имеется во всех частях тела, однако везде ее объем разный. У человека нормального телосложения подкожно-жировая клетчатка распределяется по телу более или менее равномерно. А вот люди с ожирением могут иметь значительный перекоп в распределении жира: как правило, быстрее его объем увеличивается на животе, бедрах, ногах, иногда в области плеч и шеи.
- **Висцеральный (внутренний) жир.** Он скапливается вокруг внутренних органов и является наиболее опасным.

## ОБЩАЯ СХЕМА ПЕРЕВАРИВАНИЯ ЖИРОВ



## Белки

Белки выполняют огромное количество функций в организме, от транспорта веществ до иммунитета. Это строительный материал, «кирпичики», из которых построены все клетки нашего тела. Удовлетворение потребностей человека в белке – наиболее важная проблема питания. В настоящее время потребность взрослого человека в белках определяется в пределах **100–120 г** в сутки (**1,5-2,0 г/кг массы**). Потребность в белке зависит от климатических условий, характера трудовой

деятельности, состояния организма; она повышается при беременности, выздоровлении, стрессах, физических нагрузках. Тканевой распад белков протекает в организме весьма интенсивно: у человека с массой **70 кг в сутки** распадается **300-500 г белка**. Эти расходы покрываются за счет белков пищи и реутилизации распавшихся белков.

Для нормального обеспечения физиологических и биохимических процессов в организме большую роль играет не только количество, но и качество потребляемого белка.

В пище должно быть больше белков, способных легко расщепляться в пищеварительном тракте, и содержащих **все незаменимые аминокислоты**. К ним относятся белки **молока, яиц, мяса, рыбы, гороха и фасоли**. В растительных белках такие аминокислоты отсутствуют, например, в пшенице отсутствует лизин, в кукурузе – лизин и триптофан, в бобах – метионин. При нехватке «кирпичика» определённого вида, полноценная работа организма невозможна.

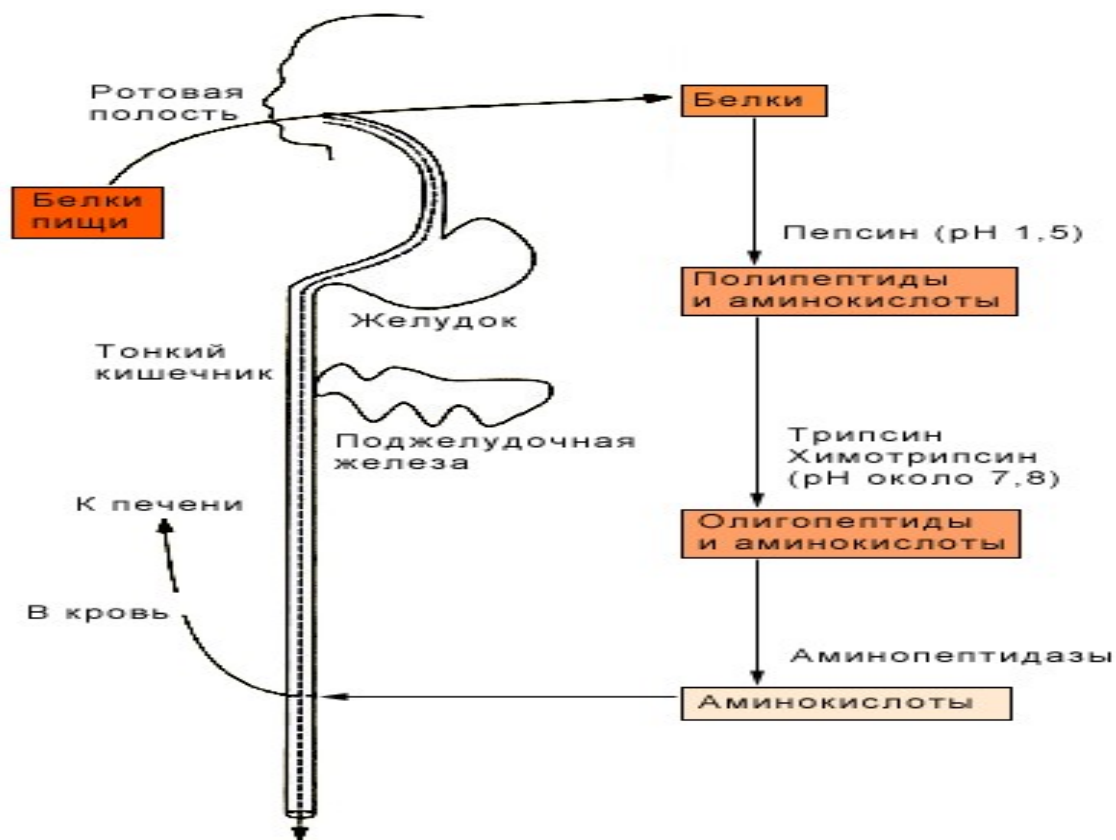
В желудочно-кишечном тракте все белки, поступившие с пищей, расщепляются до аминокислот под действием ферментов желудочного сока, поджелудочной железы и кишечного сока.

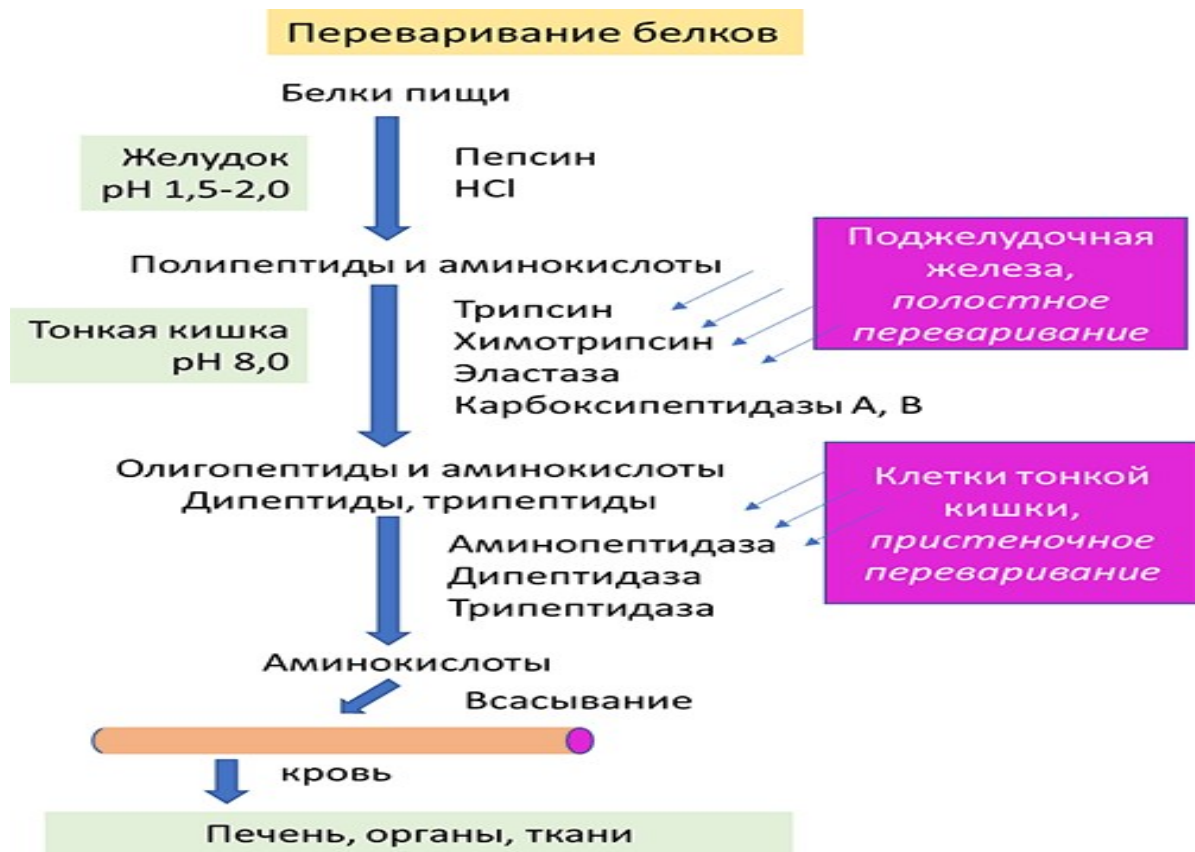
Аминокислоты всасываются в кровь через мембраны энтероцитов (клеток стенки тонкого кишечника) путем активного транспорта. Они прикрепляются к эритроцитам и с ними разносятся ко всем органам и тканям.

У новорожденных из-за низкой активности ферментов и высокой проницаемости слизистой кишечника могут всасываться нерасщепленные белки. Это приводит к повышенной чувствительности организма и является причиной пищевой аллергии, а также непереносимости определенных продуктов.

Наиболее интенсивно аминокислоты поглощаются печенью, почками и головным мозгом. Однако в клетках они не накапливаются и не откладываются про запас.

### ОБЩАЯ СХЕМА ПЕРЕВАРИВАНИЯ БЕЛКОВ





## ТЕМА: МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ.

**Метаболизм – обмен веществ и энергии** - представляет собой по классическим определениям, с одной стороны, обмен веществами и энергией между организмом и окружающей средой, а, с другой стороны, совокупность процессов превращения веществ и трансформации энергии, происходящих непосредственно в самих живых организмах.

Как известно, обмен веществ и энергии является основой жизнедеятельности организмов и принадлежит к числу важнейших специфических признаков живой материи. В обмене веществ, контролируемом многоуровневыми регуляторными системами, участвует множество ферментных каскадов, обеспечивающих совокупность химических реакций, упорядоченных во времени и пространстве. Данные биохимические реакции, детерминированные генетически, протекают последовательно в строго определенных участках клеток, что, в свою очередь обеспечивается принципом компартментации клетки. В конечном итоге в процессе обмена поступившие в организм вещества превращаются в собственные специфические вещества тканей и в конечные продукты, выводящиеся из организма. В процессе любых биохимических трансформаций освобождается и поглощается энергия.

**Клеточный метаболизм выполняет четыре основные специфические функции**, а именно:

- извлечение энергии из окружающей среды и преобразование ее в энергию макроэргических (высокоэнергетических) химических соединений в количестве, достаточном для обеспечения всех энергетических потребностей клетки;

- образование из экзогенных веществ промежуточных соединений, являющихся предшественниками высокомолекулярных компонентов клетки;
- синтез из этих предшественников белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других клеточных компонентов;
- синтез и разрушение специальных биомолекул, образование и распад которых связаны с выполнением специфических функций данной клетки.

Поскольку первоначальные представления об обмене веществ возникли в связи с изучением процессов обмена между организмом и внешней средой и лишь впоследствии эти представления расширились до понимания путей трансформации веществ и энергии внутри организма, до настоящего времени принято выделять соответственно *внешний, или общий, обмен веществ и внутренний или промежуточный, обмен веществ*.

В свою очередь как во внутреннем, так и во внешнем обмене веществ различают *структурный (пластический) и энергетический обмен*. Под *структурным обменом* понимают взаимные превращения различных высоко- и низкомолекулярных соединений в организме, а также их перенос (транспорт) внутри организма и между организмом и внешней средой.

Под *энергетическим обменом* понимают высвобождение энергии химических связей молекул, образующейся в ходе реакций и ее превращение в тепло (большая часть), а также использование энергии на синтез новых молекул, активный транспорт, мышечную работу (меньшая часть).

В процессе обмена веществ часть конечных продуктов химических реакций выводится во внешнюю среду, другая часть используется организмом. В этом случае конечные продукты органического обмена накапливаются или расходуются в зависимости от условий существования организма, называясь *запасными или резервными веществами*.

Как указывалось выше совокупность химических превращений веществ, которые происходят непосредственно в организме, начиная с момента их поступления в кровь и до момента выделения конечных продуктов обмена из организма, называют промежуточным обменом (промежуточным метаболизмом). Промежуточный обмен может быть разделен на два процесса: *катаболизм (диссимиляция) и анаболизм (ассимиляция)*.

*Катаболизмом* называют ферментативное расщепление крупных органических молекул, осуществляемое у всех высших организмов, как правило, окислительным путем. Катаболизм сопровождается освобождением энергии, заключенной в химических связях органических молекул, и резервированием ее в форме энергии фосфатных связей молекулы аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

*Анаболизм*, напротив, представляет собой ферментативный синтез крупномолекулярных клеточных компонентов, таких, как полисахариды, нуклеиновые кислоты, белки, липиды, а также некоторых их биосинтетических предшественников из более простых соединений. Анаболические процессы происходят с потреблением энергии. Процессы катаболизма и анаболизма происходят в клетках одновременно, неразрывно связаны друг с другом и являются обязательными компонентами одного общего процесса — метаболизма, в котором превращения веществ теснейшим образом переплетены с превращениями энергии.

Катаболические и анаболические реакции различаются, как правило, локализацией в клетке. Например, окисление жирных кислот до углекислого газа и воды осуществляется с помощью набора митохондриальных ферментов, тогда как синтез жирных кислот катализирует другая система ферментов, находящихся в цитозоле. Именно благодаря разной локализации катаболические и анаболические

процессы в клетке могут протекать одновременно. При этом все превращения органических веществ, процессы синтеза и распада взаимосвязаны, координированы и регулируются нейрогормональными механизмами, придающими химическим процессам нужное направление. В организме человека не существует самостоятельного обмена белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот. Все превращения объединены в целостный процесс метаболизма, допускающий также взаимопревращения между отдельными классами органических веществ. Подобные взаимопревращения диктуются физиологическими потребностями организма, а также целесообразностью замены одних классов органических веществ другими в условиях блокирования какого-либо процесса при патологии.

Согласно современным представлениям расщепление основных пищевых веществ в клетке представляет собой ряд последовательных ферментативных реакций, составляющих три главные стадии катаболизма.

На первой стадии полимерные органические молекулы распадаются на составляющие их специфические структурные блоки - мономеры. Так, полисахариды расщепляются до гексоз или пентоз, белки — до аминокислот, нуклеиновые кислоты — до нуклеотидов и нуклеозидов, липиды — до жирных кислот и глицерина. Эти реакции протекают в основном гидролитическим путем и количество энергии, освобождающейся на этой стадии, не превышает 1% от всей выделяемой в ходе катаболизма энергии, и почти целиком используется организмом в качестве тепла.

На второй стадии катаболизма продуктами химических реакций становятся еще более простые молекулы, унифицированные для углеводного, белкового и липидного обмена. по своему типу (гликолиз, катаболизм аминокислот,  $\beta$ -окисление жирных кислот соответственно). Принципиальным является то, что на второй стадии катаболизма образуются продукты, которые являются общими для обмена исходно разных групп веществ. Эти продукты представляют собой ключевые химические соединения, соединяющие разные пути метаболизма. К таким соединениям относятся, например, пируват (пировиноградная кислота), образующийся при распаде углеводов, липидов и многих аминокислот, ацетил-КоА, объединяющий катаболизм жирных кислот, углеводов и аминокислот,  $\alpha$ -кетоглутаровая кислота, оксалоацетат (щавелевоуксусная кислота), фумарат (фумаровая кислота) и сукцинат (янтарная кислота), образующиеся при трансформации аминокислот.

Продукты, полученные на второй стадии катаболизма, вступают в третью стадию, которая известна как цикл трикарбоновых кислот (терминальное окисление, цикл лимонной кислоты, цикл Кребса). На третьем этапе ацетил-КоА и некоторые другие метаболиты, например  $\alpha$ -кетоглутарат, оксалоацетат, подвергаются окислению в цикле ди- и трикарбоновых кислот Кребса. Окисление сопровождается образованием восстановленных форм НАДН +  $H^+$  и ФАДН<sub>2</sub>. Именно в ходе второй и третьей стадий катаболизма освобождается и аккумулируется в виде АТФ практически вся энергия химических связей подвергнутых диссимиляции веществ. При этом осуществляется перенос электронов от восстановленных нуклеотидов на кислород через дыхательную цепь, сопровождающийся образованием конечного продукта – молекулы воды. Транспорт электронов в дыхательной цепи сопряжен с синтезом АТФ в процессе окислительного фосфорилирования.

Главным катаболическим процессом в обмене веществ принято считать *биологическое окисление* - совокупность реакций окисления, протекающих во всех живых клетках, - а именно *дыхание и окислительное фосфорилирование*. Интегральной характеристикой биологического окисления служит так называемый дыхательный коэффициент (RQ), который представляет собой отношение объема выделенного организмом углекислого газа к объему одновременно поглощенного кислорода. При окислении углеводов объем расходуемого кислорода соответствует объему образующегося углекислого газа и поэтому дыхательный коэффициент в этих случаях равен **единице**. При окислении жиров и белков такое соответствие отсутствует, поскольку кроме окисления углерода до углекислого газа часть

кислорода расходуется на окисление водорода с образованием воды. Вследствие этого величины дыхательного коэффициента в случае окисления жиров и белков составляют соответственно около **0, 7 и 0, 8**.

подавляющая часть белкового азота при окислении белка в организме переходит в мочевину. Поэтому по дыхательному коэффициенту и данным о количестве выделяемой мочевины можно определять соотношение участвующих в биологическом окислении углеводов, жиров и белков.

В процессе обмена веществ постоянно происходит превращение энергии: потенциальная энергия сложных органических соединений, поступивших с пищей, превращается в тепловую, механическую и электрическую. Энергия расходуется не только на поддержание температуры тела и выполнение работы, но и на воссоздание структурных элементов клеток, обеспечение их жизнедеятельности, роста и развития организма. Тем не менее, только часть получаемой при окислении белков, жиров и углеводов энергии используется для синтеза АТФ, другая, значительно большая, превращается в теплоту. Так, при окислении углеводов **22, 7% энергии** химических связей глюкозы в процессе окисления используется на синтез АТФ, а **77, 3%** в виде тепла рассеивается в тканях. Аккумулированная в АТФ энергия используемая в дальнейшем для механической работы, химических, транспортных, электрических процессов в конечном счете тоже превращается в теплоту. Следовательно, количество тепла, образовавшегося в организме, становится мерой суммарной энергии химических связей, подвергшихся биологическому окислению. Поэтому вся энергия, образовавшаяся в организме, может быть выражена в единицах тепла — **калориях или джоулях**.

Общий баланс энергии организма определяют на основании калорийности вводимых пищевых веществ и количества выделенного тепла, которое может быть измерено или рассчитано. При этом надо учитывать, что величина калорийности, получаемая при лабораторной калориметрии, может отличаться от величины физиологической калорической ценности, поскольку некоторые вещества в организме не сгорают полностью, а образуют конечные продукты обмена, способные к дальнейшему окислению. В первую очередь это относится к белкам, азот которых выделяется из организма главным образом в виде мочевины, сохраняющей некоторый потенциальный запас калорий. Очевидно, что калорическая ценность, дыхательный коэффициент и величина теплообразования для разных веществ различны.

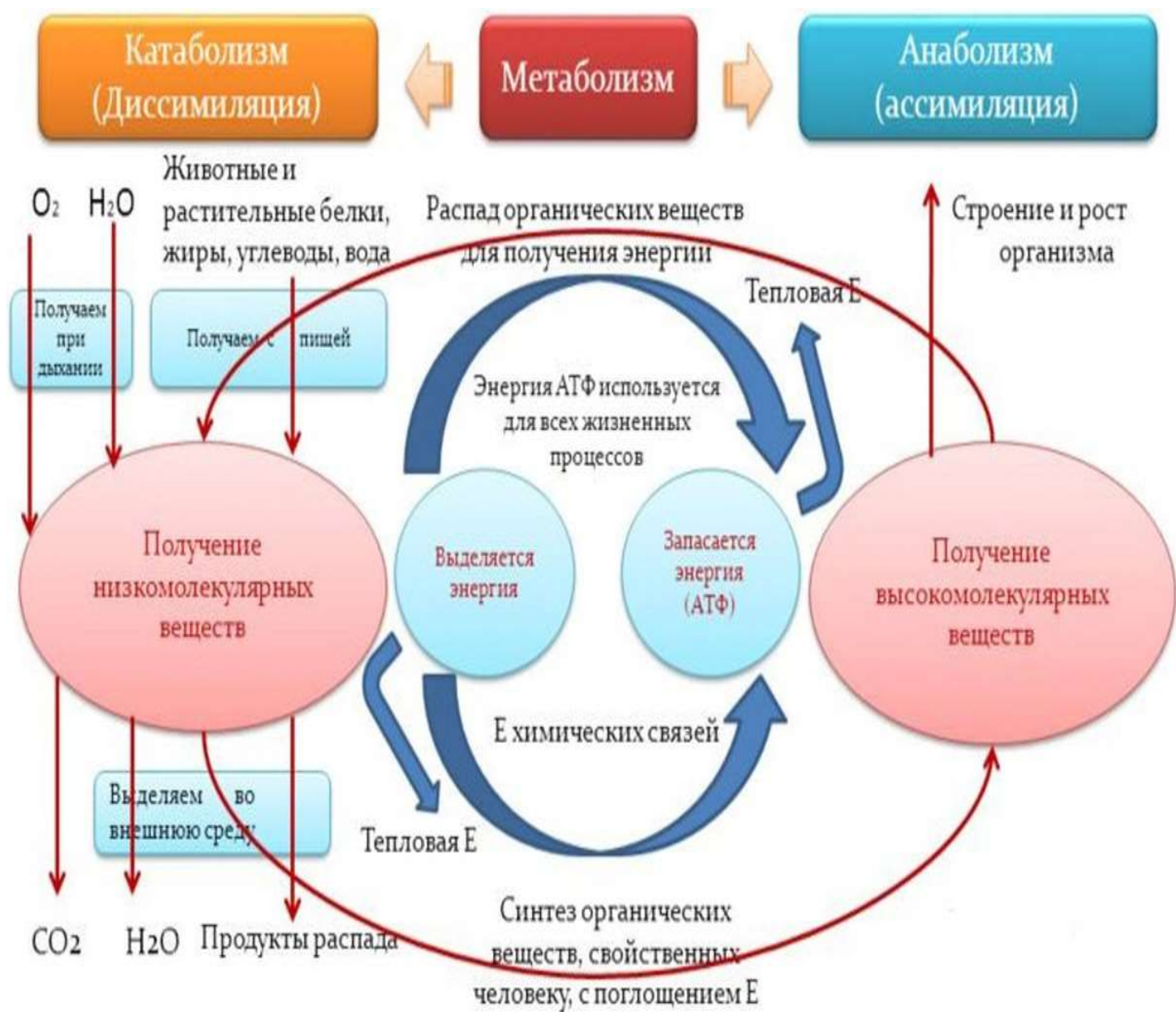
Физиологическая калорическая ценность (в ккал/г) составляет для **углеводов — 4, 1; липидов — 9, 3; белков — 4, 1**; величина теплообразования (в ккал на 1 литр потребленного кислорода) для **углеводов составляет 5, 05; липидов — 4, 69; белков — 4, 49**.

Процесс анаболизма по аналогии с катаболическими процессами также проходит *три стадии*. При этом исходными веществами для анаболических процессов служат продукты второй стадии и промежуточные соединения третьей стадии катаболизма. Таким образом вторая и третья стадии катаболизма являются в то же время первой, исходной стадией анаболизма и химические реакции, протекающие в данном месте и в данное время, выполняют по сути двойную функцию. С одной стороны, они являются основой завершающего этапа катаболизма, а с другой — служат инициацией для анаболических процессов, поставляя вещества-предшественники для последующих стадий ассимиляции. Подобным образом, например, начинается синтез белка. Исходными реакциями этого процесса можно считать образование некоторых  $\alpha$ -кетокислот. На следующей, второй стадии в ходе реакций аминирования или трансаминирования эти кетокислоты превращаются в аминокислоты, которые на третьей стадии анаболизма объединяются в полипептидные цепи. В результате ряда последовательных реакций происходит также синтез нуклеиновых кислот, липидов и полисахаридов.

Тем не менее следует подчеркнуть, что пути анаболизма не являются простым обращением процессов катаболизма. Это связано прежде всего с энергетическими особенностями химических

реакций. Некоторые реакции катаболизма практически необратимы, поскольку их протеканию в обратном направлении препятствуют непреодолимые энергетические барьеры.

Поэтому в ходе эволюции были выработаны другие, специфические для анаболизма реакции, где синтез олиго- и полимерных соединений сопряжен с затратой энергии макроэргических соединений, прежде всего – АТФ.



### РАЗДЕЛ 3: БИОХИМИЯ ПИЩЕВЫХ ГРУПП

#### ТЕМА: БИОХИМИЯ МЯСА

Химический состав мяса варьирует в зависимости от вида животного, породы, пола, возраста, степени упитанности и анатомической области.

В схеме показан средний химический состав мяса.

## Химический состав мяса.

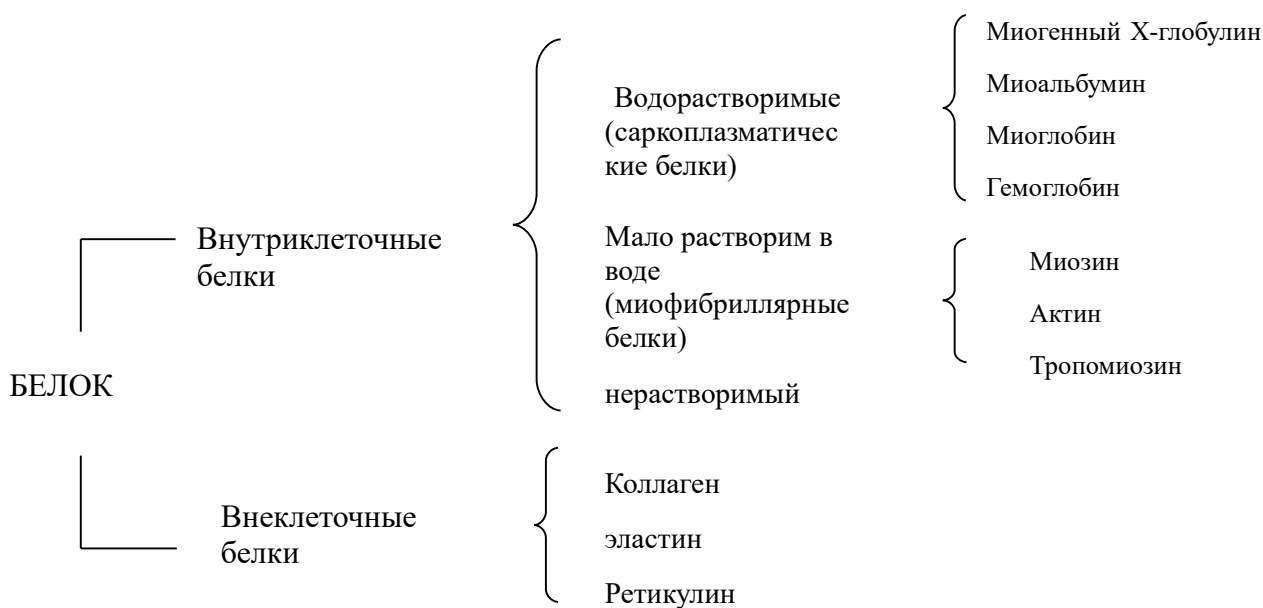


**Вода.** Содержание воды зависит от возраста животного и степени его упитанности и колеблется в пределах 70-79%. У молодых животных содержание воды в мышечной ткани выше, чем у старых. Меньшее содержание воды наблюдается у откормленных животных.

**Белки.** Он составляет до 22% состава мышечной ткани. Распределение белков в мышечной ткани показано на схеме 12. Растворимые белки имеют высокую пищевую ценность благодаря высокому содержанию незаменимых аминокислот. Они важны при определении органолептических свойств мяса: цвета, вкуса и запаха.

Миофибриллярные белки имеют фибриллярную структуру и поэтому плохо растворимы в воде. Они играют особенно важную роль в процессе сокращения мышц. Внеклеточные белки или склеропотеины имеют фибриллярную структуру, что затрудняет их переваривание и из-за этого они имеют низкую пищевую ценность. В их составе отсутствуют некоторые незаменимые аминокислоты.

## Распределение белков в мышечной ткани



**Липиды.** В мышечной ткани липиды составляют 1-3%, а именно: нейтральные жиры 0,8-2%, холестерин 0,013-0,040% и фосфатиды 1%.

**Безазотистые экстрактивные вещества.** Основным компонентом безазотистых экстрактивных веществ является гликоген. Количество гликогена, обнаруживаемого в мышцах сразу после убоя животного, зависит от его физиологического состояния перед убоем. В свежих мышцах гликоген содержится в пропорции 0,3 – 2,2%.

Следы глюкозы и мальтозы обнаруживаются в продуктах гидролиза гликогена.

**Азотистые экстрактивные вещества.** В мышечной ткани азотэкстрактивные вещества представлены: свободными аминокислотами (аланин, валин, аспарагиновая кислота, фенилаланин), депептидами (карнозин и ансерин), трипептидами (глутатион и др.), мочевиной, аммиаком, нуклеотидами, адениловыми кислотами (АМФ и АТФ), креатин, креатинин, фосфокреатин и др.

Среди азотистых экстрактивных веществ особое значение имеют аминокислоты, поскольку они способствуют вкусу мясных продуктов. Вещества, образующиеся в результате трансформации аминокислот в процессах консервирования мяса, способствуют формированию аромата.

**Минеральные вещества.** Они представлены, в частности, фосфатами калия; кальций и магний, хлорид натрия, следы железа, марганца, меди, цинка, кобальта, алюминия. Они играют роль в поддержании клеточного осмотического давления, в сокращении мышц и действуют как стимуляторы ферментов.

**Витамины.** Мышечная ткань является богатым источником витаминов, особенно группы В.

**Ферменты.** Среди этих гликолитических ферментов протеолитические ферменты и липазы играют важную роль в биохимических превращениях мяса.

**Химические характеристики.** Относительно характеристик мяса разных животных установлено, что существенных различий между средним химическим составом разных видов животных нет. Большие различия появляются в отношении состояния нагула внутри одного и того же вида. Исключение составляет мясо птицы, а именно мясо курицы и индейки, у которых мясо грудки белое, а остальное

темно-красное. «Белое» мясо имеет более высокое содержание белка (21,8 – 23,5 %), по сравнению с красным мясом (19,8 – 23,5 %). 23,5%), кроме того, белое мясо имеет более высокое содержание незаменимых аминокислот.

Различия по состоянию нагула очень велики как между видами, так и внутри одного вида. По мере увеличения содержания жира количество белка и влаги уменьшается.

### **ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПОСЛЕ УБОЯ ЖИВОТНЫХ**

После убоя животных в мышцах происходит ряд физических, химических и биохимических преобразований. Некоторые из них, нормальные превращения, способствуют улучшению органолептических качеств мяса, другие нежелательные превращения приводят к изменению мяса. Нормальными преобразованиями, происходящими после убоя животных, являются: ригидность и созревание мышц.

Ригидность мышц после убоя животных через интервал времени, который варьируется в зависимости от: вида, породы, возраста, усталости животных, температуры окружающей среды и т. д. мышца из гибкой, мягкой и расслабленной становится жесткой. Продолжительность процесса жесткости зависит от содержания в мышцах гликогена, АТФ и фосфокреатина на момент убоя.

Важными биохимическими преобразованиями, происходящими при мышечной ригидности, являются: деградация гликогена, уменьшение содержания АТФ и фосфокреатина и образование связей между актином и миозином.

После убоя животных гликолитические ферменты мышечной ткани воздействуют на гликоген, который они превращают в молочную кислоту. В результате накопления молочной кислоты в мышцах рН падает с 7,4 до 5,4. Содержание гликогена в мышцах у утомленных животных ниже, чем у отдохнувших животных, поэтому после убоя образуется меньшее количество молочной кислоты.

Низкое содержание молочной кислоты и, следовательно, более высокий рН мышцы способствуют развитию гнилостных бактерий, которые могут вызвать порчу мяса.

Интенсивность деградации гликогена и накопления молочной кислоты зависят также от температуры содержания мышц после убоя. При температуре ниже 70°С максимальное накопление молочной кислоты достигается примерно через 20 часов. При температуре выше 170°С максимальное количество молочной кислоты достигается примерно через 16 часов. В процессе ригидности мышц снижается содержание АТФ и фосфокреатина, что изменяет химический состав мышцы.

Степень жесткости зависит также от образования поперечных связей между миофибриллярными белками, актином и миозином. Эти связи снижают эластичность мышечного волокна, превращая его в жесткое волокно.

Биохимические закономерности мышечной ткани птиц и рыб в целом такие же, как и у млекопитающих. В случае с рыбой скованность начинается очень рано.

Созревание. После фазы мышечной жесткости наступает фаза созревания, в которой продолжают биохимические процессы, приводящие к улучшению органолептических качеств мяса. В процессе созревания белковые вещества гидролизуются под действием протеолитических ферментов с получением легкоусвояемых продуктов: альбумозов, пептонов и аминокислот. В результате этих преобразований мясо становится нежнее, сочнее и приобретает приятный, характерный аромат. Продолжительность созревания в значительной степени зависит от температуры, с повышением температуры она уменьшается. Другими факторами, которые важны для созревания, являются: вид, возраст и пол животного, от которого получено мясо.

Для ускорения сушки мяса применяют различные методы, в том числе с использованием ферментных препаратов.

**Нежелательные трансформации.** После убоя животных происходят: опоясывание и гниение мяса.

*Горение* – автолитический процесс, происходящий под действием собственных ферментов мяса. Это происходит в период созревания, когда мясо хранится в неподходящих условиях повышенной влажности и температуры.

«Горячее» мясо в разрезе влажное, имеет светло-коричневый или серый цвет. При контакте с воздухом мясо приобретает зеленоватый цвет, а внешний вид напоминает вареное. С точки зрения структуры нагретое мясо имеет пониженную устойчивость к разрыву и мягкую консистенцию.

Разница между нагретым мясом и нормально созревшим мясом также определяется глубокими изменениями в миоглобине. В нагретом мясе миоглобин разлагается на бесцветные или коричневые, серые или зеленые продукты окисления.

Горячее мясо подвергают химико-бактериологическому лабораторному исследованию. При необходимости бактериологического исследования мясо можно употреблять в пищу только в том случае, если оно утратило кисловатый запах, после выдержки в течение 24 часов при интенсивной циркуляции воздуха.

*Гниение* — это процесс изменения мяса под действием ферментов, выделяемых гнилостными бактериями. Устойчивость мяса к процессу гниения определяется физиологическим состоянием животного перед разделкой.

В раннем периоде происходит реакция гидролиза белковых веществ. Ферментативный гидролиз белков происходит постепенно с получением следующих продуктов:

*Белки* → *альбумозы* → *пептоны* → *полипептиды* → *пептиды* → *аминокислоты*.

Образовавшиеся аминокислоты затем разлагаются в результате реакций дезаминирования, декарбосилирования, окисления и восстановления.

Учитывая эти процессы, гниение можно разделить на две фазы. На первой фазе происходит процесс гидролиза белков до аминокислот. На первой или второй фазе аминокислоты разлагаются с образованием токсичных и дурно пахнущих продуктов, таких как амины (путресцеин и кадаверин), аммиак, сероводород, углекислый газ и т. д.

По характеру и особенностям развития микрофлоры различают две формы гниения мяса и мясопродуктов: аэробную и анаэробную.

Аэробное гниение происходит на поверхности и постепенно продвигается в глубь мяса. Аэробные бактерии могут развиваться в кислой среде и, разлагая продукт, готовят мед к анаэробным. Основные бактерии относятся к следующим группам: группа *fluorescens*, группа протей, группа субтилей, группа мезентерикус и группа кишечной палочки.

Аэробное гниение мяса протекает в 3 фазы:

- *На первом этапе* микроорганизмы развиваются на поверхности мяса и не вызывают внутренних изменений;
- *Во второй фазе* мясо меняет консистенцию, меняет цвет, имеет неприятный запах и реакция становится щелочной;
- *На третьем этапе* бактерии проникают глубже и производят разложение белковых веществ.

Анаэробное (или трупное) гниение вызывают бактерии, проникающие глубоко в плоть. Анаэробные бактерии начинают свою деятельность следующим образом:

- В первые дни они действуют. *Bacterium coli*, *Staphylococcus albus*, *Micrococcus flavus*;
- через 3-4 дня: *Bacterium sporogines*, *Bacterium putredum act*;
- через 7-8 дней: действуют *Bacterium putrificum*, *Diplococus griseus*, *Bacterium postumum*.

Сразу после убоя мясо животных необходимо охладить, чтобы не допустить автолиза, подготавливающего почву для развития гнилостных бактерий.

Рыба благодаря своему химическому составу (растворимый азот, аминокислоты, витамины, соответствующий рН) представляет собой благоприятную среду для развития гнилостных бактерий. Кроме того, структура соединительной ткани обеспечивает более легкое проникновение микроорганизмов, поэтому порча может произойти быстрее, чем в мясе.

### **ИЗМЕНЕНИЯ ПРОИСХОДЯЩИЕ ВО ВРЕМЯ СОЛЕНИЯ МЯСА**

Засолка – самый простой способ консервирования мяса. Сохраняющееся действие хлорида натрия обусловлено повышением осмотического давления, что приводит к продукции плазмолиза клетки микроорганизма. В растворе хлорида натрия с концентрацией выше 10-15% не могут развиваться гнилостные бактерии, а не болезнетворные бактерии и те, которые вызывают пищевое отравление и могут выдерживать концентрации выше 15%. Консервирующее действие соли усиливается при хранении соленых продуктов при температуре 2-40°C.

Биохимические процессы, происходящие в мясе при засолке, приводят к улучшению органолептических свойств, нежности, сочности, аромата и вкуса.

При засолке белки саркоплазмы претерпевают важнейшие преобразования. Через рассол проходит большое количество свободных аминокислот, азотистых и безазотистых экстрактивных веществ, минеральных веществ и витаминов. Потери тем выше, чем выше концентрация рассола и длительность посола. Микроорганизмы могут развиваться постепенно, поскольку по мере проникновения соли в мясо концентрация рассола снижается и одновременно увеличивается концентрация усваиваемых азотистых веществ. На соленом мясе развиваются такие бактерии, как: *Bacterium jejuni*, *Micrococcus roseus* и т. д.

### **ИЗМЕНЕНИЯ ПРОИСХОДЯЩИЕ ВО ВРЕМЯ ТЕРМООБРАБОТКИ**

При термической обработке мясо, мясопродукты претерпевают физико-химические изменения, такие как денатурация белков, гидролиз коллагена, изменение цвета, снижение содержания витаминов и др. Некоторые из этих изменений приводят к улучшению органолептических свойств (вкуса, аромата), а также к более легкому перевариванию продуктов.

Наиболее важные изменения происходят в структуре миофибриллярных белков и белков саркоплазмы. Растворимость миофибриллярных белков становится полностью нерастворимой. Белки саркоплазмы в основном денатурируются при 620°C; обезьяны свертываются при температуре 40-600°C.

Установлено, что нагревание до 1080C положительно влияет на структуру мяса, улучшая его органолептические качества. Если нагрев производить при температуре выше 1080C, происходят глубокие превращения, такие как гидролиз коллагена, которые приводят к ухудшению качества продукции.

Потери витаминов с мясом и рыбой определяются способом применения (варка, жарка, жарка), продолжительностью термической обработки и температурой. Например, потери витамина В1 ниже, когда мясо жарят, предварительно разогревают или готовят на пару, и выше, когда мясо варят в воде.

В случае рыбы, если стерилизация проводится при температуре выше 1200C и продолжительности более 110 минут, содержание витамина В1 полностью теряется.

### **ИЗМЕНЕНИЯ ПРОИСХОДЯЩИЕ ВО ВРЕМЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ**

Обезвоживание означает снижение содержания воды ниже 10%, предотвращая тем самым действие ферментов и микроорганизмов. Обезвоженные мясо, рыба и яйца имеют длительный срок хранения, если они сохраняют постоянную влажность во время хранения.

Изменения, происходящие с мясом при обезвоживании, аналогичны тем, которые происходят при варке. Кроме того, минеральные соли имеют свойство накапливаться на периферии мышечных волокон, что приводит к увеличению степени денатурации белков в периферической области волокон.

Если используются современные методы обезвоживания, такие как лиофилизация, денатурации белка можно избежать.

Обезвоженные мясо и рыба очень легко разлагаются в присутствии кислорода. Жирные и геминовые соединения, придающие мясу цвет, подвергаются более глубокой денатурации. Белое мясо менее чувствительно к действию кислорода, чем красное. Рыба портится быстрее, поскольку содержит в своем составе липиды, имеющие высокое содержание ненасыщенных жирных кислот.

Яйца лучше сохраняются после обезвоживания, поскольку фосфатиды в липидном составе играют антиоксидантную роль.

При хранении мяса, оленины и яиц в обезвоженном состоянии из-за окисления быстро исчезает характерный аромат и снижается содержание витаминов.

### **ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ВО ВРЕМЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ**

При замораживании и хранении замороженного мяса происходят физико-химические, биохимические и микробиологические превращения.

Эти превращения влияют на органолептические свойства мяса: консистенцию, цвет, запах, вкус. Из-за замерзания воды и образования кристаллов консистенция мяса становится твердой.

Цвет медленно замороженного мяса приобретает более темный оттенок, который подчеркивается в поверхностных слоях за счет концентрации пигментов. Изменения обусловлены действием кислорода, окисляющего геминовые соединения.

Жир также окисляется, более выраженные искажения наблюдаются у свинины, содержащей большее количество ненасыщенных жирных кислот. Замораживание замедляет, но не останавливает активность ферментов.

Интенсивность процессов автолиза зависит от скорости и температуры замораживания, при этом происходит деградация гликогена и в небольшой степени денатурация белков.

Установлено, что понижение температуры не меняет витаминный состав мяса. Морозные температуры предотвращают развитие и деятельность микроорганизмов, но не убивают их. Путем быстрой заморозки при температуре  $-350\text{C}$  в течение 24 часов уничтожаются мясные паразиты типа трихины.

Заморозка не влияет на содержание витаминов в мясе.

Более глубокие изменения происходят при хранении замороженного мяса. Вкус и запах изменяются до прогорклости из-за окисления жиров.

Цвет замороженного мяса при хранении темнеет из-за обезвоживания на поверхности, что приводит к концентрации пигментов. Появление цвета баклажана от серо-черного до черного может быть также связано с развитием некоторых микроорганизмов (*Chromobacterium lividum*), которые устраняют серо-голубой пигмент.

«Пожелтение» жиров может быть вызвано ростом бактерий, таких как *Micrococcus citreus*, которые уничтожают желтый пигмент.

**Эпидемиологическое значение мяса.** Эпидемиологическая опасность мяса и мясных продуктов связана с возможностью передачи человеку от больных животных возбудителей зоонозных инфекций (сибирской язвы, бруцеллеза, туберкулеза, ящура, листериоза и других), а также сальмонеллеза. Опасность представляют не только больные животные, но и животные-бактерионосители.

Инфицирование мышечной ткани животного может происходить при снижении защитных функций организма животного в результате воздействия неблагоприятных условий содержания.

При санитарно-эпидемиологической оценке мяса учитывается опасность заражения человека паразитарными заболеваниями, если мясо содержит личинки бычьего или свиного цепня (финны), трихинелл и др. Для обнаружения личинок и цист необходимо проводить специальное исследование. В мясе и мясных продуктах не допускается наличие возбудителей паразитарных болезней, цист простейших.

## **ТЕМА: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЫБЫ, ЯИЦ, БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ.**

### **Жиры рыбы**

Основная масса жировых веществ рыбы состоит из простых липидов – триглицеридов жирных кислот, объединенные обычно под общим названием нейтрального жира.

Отличительная характеристика жиров в рыбе – преимущество в них ненасыщенных жирных кислот. Во всем объеме жиров 17-21% насыщенных и 79-83% ненасыщенных. По физическим свойствам ненасыщенные отличаются от насыщенных тем, что имеют более низкую точку плавления и легко подвергаются окислению в местах двойных связей. Продукты, полученные при окислении (прогоркании), обладают токсичностью. Кроме того, сам процесс окисления ведет к разрушению резервных витаминов А, С, Е, В1 В6, пантотеновой кислоты и биотина.

### **Химический состав рыбы и окисление жиров**

Большое значение в предупреждении окисления жиров и инактивации присутствующего в нем витамина А имеет правильное хранение замороженной рыбы. Как правило, она должна храниться в брикетах при минус 18С. При правильном сохранении рыба не теряет первоначальных кормовых свойств в течение года.

К важным средствам сохранения свойств замороженной рыбы, сдерживания процессов окисления жиров и испарения влаги относятся: глазирование льдом, с использованием антиокислителей, и поддержка в холодильных камерах оптимизированного температурно-влажностного режима. Глазурь предохраняет от усушки и помогает сохранить ароматические вещества; затрудняет доступ внутрь рыбы воздуха и, следовательно, предохраняет ее от влияния кислорода, под действием которого окисляется жир.

Невозможно предохранить рыбий жир, уже начавший прогоркать. Если в нем образовались перекиси, практически нет способа их удаления и сохранения жира от дальнейшего окисления. Многие считают, что варкой можно обезвредить прогорклые продукты, но это не так. При высокой температуре образование перекисей наоборот усиливается и варка кормов ведет к повышению степени окисления ненасыщенных жирных кислот и возникновению токсических побочных продуктов.

Стабилизация жиров, в процессе переваривания их животными, очень важна для нормального обмена и отложения жира в тканях. Чтобы предотвратить ненужное окисление в процессе переваривания, дача внушительного объема жира должна сопровождаться определенными биологическими антиокислителями. Этими свойствами, в данном случае, обладают витамины Е и С. Проходя через обменные реакции в организме вместе с ненасыщенными жирными кислотами в точку назначения они сохраняют целостность этих сложных соединений. Считается, что потребность в витамина Е при больших дачах жирной рыбы составляет 5-7 мг в сутки на одну норку.

Способность жиров к окислению можно определить по их йодному числу. Жиры с высоким йодным числом таят в себе множество ненасыщенных жирных кислот и больше всего склонны к окислению.

Йодное число в рыбьем жире:

- полярной тресочки – 193;
- скумбрии – 152;
- трески – 151;
- ставриды – 135;
- сельди – 133.

### Протеины и аминокислоты

Протеины в рыбе по большей части представлены белками, в цельной рыбе их примерно 16%. Наряду с протеинами есть аминокислоты. По количеству аминокислот белок в рыбном мясе близок с белком в мускульном мясе.

Содержание аминокислот, мг										
Рыба	Белок, %	Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин	Треонин	Триптофан	Фенилаланин	Всего
Треска	16,0	900	700	1300	1500	500	900	210	800	6810
Скумбрия	18,0	1000	1100	1600	1500	600	800	160	700	7460
Минтай	15,9	900	1100	1300	1800	600	900	200	700	7500
Палтус	17,3	920	870	1310	1520	500	750	180	640	6690

Белок цельной рыбы (минтай, путассу, скумбрия и ставрида) переваривается норками на 88-90%; то есть так же, как белок мускульного мяса с костями и мягких субпродуктов.

Внимание!

**Из азотистых соединений** особо нужно обратить внимание на триметиловое основание – триметиламиноксид. Вещество, находящееся преимущественно в мышцах некоторых видов морских рыб. (Минтай, полярная тресочка, мерлуза, пикша, мерланг и др.). Триметиламиноксид связывает находящееся в кормовой смеси железо. Это делает его не усвояемым, что приводит к анемии.

### Минеральные вещества, витамины и влага

Минеральные вещества по большей части представлены в костной ткани, в мышцах их значительно меньше. По количеству минвеществ рыбы отличаются незначительно. В цельной рыбе вместе с костями их 6% к сырому весу; в чистом мясе примерно 3%. За счет костей рыбы может быть покрыта необходимость клеточных животных в кальции и фосфоре.

Важное отличие морских рыб от пресноводных – фактически абсолютное неимение в мясе последних йода и брома. Содержание железа в рыбе всех видов очень маленькое (от тысячных до миллионных долей процента).

Влага, находящаяся в тканях, фигурирует по большей части в связанном состоянии. Количество ее меняется и составляет 50-80%.

Химический состав рыбы, а точнее его специфическая черта – это зависимость между количеством воды и жира. Чем меньше воды, тем больше жира и наоборот. Общее количество воды и жира в рыбе величина сравнительно постоянная и в среднем это 78-79%.

В рыбе больше жирорастворимых витаминов А и D; меньше Е и К. В печенке большинства рыб (например, трески) витамина А до 90-95% общего его количества в рыбе. Особенно много витамина А в печенке морских рыб – минтая (172 мг), морского окуня (97,5 мг), скатов (180 мг), скумбрии (79 мг). Содержание витамина D в печенке различных рыб колеблется от 70 до 360 мкг. Питание, в которое входит не потрошенная морская рыба или рыбий жир, целиком снабжает клеточных плотоядных животных витаминами А и D.

Продукт	Вода	Жиры	Белки	Зола	Минеральные вещества						Витамины					Энергетическая ценность, ккал
					Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP	C	
					граммы				миллиграммы							
Горбуша	70,6	21,0	7,0	1,4	125	315	48	44	207	2,90	0,03	0,06	0,14	2,20	сл.	147
Жерех	77,5	18,8	2,6	1,1	107	317	14	43	197	0,75	0,03	0,08	0,06	0,92	0,8	99
Зубан	71,9	20,3	6,5	1,3	—	261	35	36	136	1,60	—	—	—	—	—	140
Зубатка пятнистая	79,0	14,7	5,3	1,0	81	212	27	29	247	0,80	—	—	—	—	—	107
Камбала дальневосточная	79,7	15,7	3,0	1,6	—	—	—	—	—	—	сл.	0,06	0,11	1,00	1,0	90
Карась	78,9	17,7	1,8	1,6	—	251	70	—	152	0,80	—	—	—	—	—	87
Карп	77,4	16,0	5,3	1,3	38	268	27	21	216	1,50	0,02	0,14	0,13	1,50	1,8	112
Ледяная	80,5	15,5	2,7	1,3	157	300	35	22	225	0,50	0	0,05	0,13	1,30	1,2	86
Лещ	77,7	17,1	4,1	1,1	56	284	26	28	212	0,30	0,03	0,12	0,10	2,00	—	105
Макрель	74,5	20,7	3,4	1,4	—	471	16	43	242	1,80	—	—	—	—	—	113
Макрурус	85,0	13,2	0,8	1,0	77	135	17	19	—	—	сл.	0,08	0,20	0,70	1,7	60
Мероу	76,5	19,4	2,9	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104
Минтай	81,9	15,9	0,9	1,3	163	428	18	57	160	0,80	0,01	0,11	0,11	1,00	1,8	72
Навага дальневосточная	82,2	15,1	0,9	1,8	—	492	152	32	—	—	—	—	—	—	—	69
Налим	79,3	18,8	0,6	1,3	—	270	32	64	191	1,40	—	—	—	—	—	81
Нототения мраморная	74,6	14,8	9,5	1,1	66	418	25	35	210	1,50	0,03	0,12	0,10	1,70	0,2	145
Окунь морской	77,1	18,2	3,3	1,4	78	296	29	26	213	1,20	0,01	0,11	0,12	1,60	1,4	103
Палтус черный	70,2	12,8	16,1	0,9	137	500	10	48	162	0,80	0,10	0,08	0,11	2,00	сл.	196
Пристипома	77,9	19,6	1,1	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88
Путассу	81,3	16,1	0,9	1,7	56	278	46	37	—	0,70	—	—	—	—	—	73
Рыба-сабля	75,2	20,3	3,2	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	0,20	5,00	сл.	110
Салака	74,7	17,7	6,3	1,3	72	212	21	19	—	—	0,03	0,02	0,15	1,70	0,4	128
Сардина океаническая	69,2	19,0	10,0	1,8	—	385	80	40	276	2,45	0,01	0,01	0,15	4,04	1,3	165
Скумбрия атлантическая	67,5	18,0	13,2	1,3	100	283	37	50	278	1,70	0,01	0,12	0,36	3,90	1,2	191
Сом амурский	70,4	16,5	11,9	1,2	33	240	50	20	207	1,00	0,01	0,19	0,12	0,90	1,2	173
Ставрида океаническая	74,9	18,5	5,0	1,6	70	350	64	36	255	1,10	0,01	0,17	0,12	1,30	1,5	119
Судак	79,2	18,4	1,1	1,3	79	216	27	21	194	1,50	0,01	0,08	0,11	1,00	3,0	84
Терпуг	77,6	17,8	3,4	1,2	—	—	—	—	—	—	0,06	0,12	0,18	1,10	1,0	103
Треска	82,1	16,0	0,6	1,3	98	338	23	26	208	0,65	0,01	0,0?	0,16	2,30	1,0	68
Хек	80,0	16,6	2,1	1,3	58	325	30	25	200	0,60	0,01	0,12	0,10	1,00	3,2	85
Щука	79,3	18,4	1,1	1,2	43	260	43	35	200	1,70	сл.	0,11	0,14	1,10	1,6	84

Рыба, извлеченная из воды, «засыпает» вследствие гиперемии, т. е. переполнения жабр кровью, отчего наступает удушье.

Посмертные изменения принято делить на следующие стадии.

*Отделение слизи.* Вскоре после смерти рыбы на ее поверхности резко возрастает выделение слизи, что является реакцией на неблагоприятные условия среды, поскольку слизь физиологически выполняет защитную функцию. Некоторое время после смерти слизь препятствует развитию микроорганизмов, но на воздухе защитные свойства ее быстро утрачиваются, и она становится хорошей питательной средой для них, так как в ней содержится до 9% нуклеоальбуминов, а также фосфатиды, холестерин и др. Развиваясь на слизи по мере углубления посмертных изменений, микроорганизмы начинают проникать через кожу в мышечную ткань.

*Окоченение.* Сразу после смерти тело у рыбы мягковатое, эластичное. Постепенно эластичность исчезает, тело становится твердым, рот и жаберные крышки приоткрываются, наступает окоченение *Автолиз.* Многочисленные ферментативные реакции, происходящие в рыбе при жизни, являются обратимыми. После смерти они смещаются в сторону расщепления веществ, из которых построены тело и органы рыбы. Комплекс биохимических реакций, вызываемых тканевыми ферментами в мертвой рыбе, принято называть автолизом, который, в свою очередь, в целях удобства изучения подразделяют на гликолиз, протеолиз и липолиз.

Гликолиз — превращение гликогена в молочную кислоту в анаэробных условиях.

Протеолиз — ферментативное расщепление белка.

Липолиз - ферментативное расщепление жира до свободных жирных кислот, количество которых в хранящейся рыбе постепенно увеличивается.

Конечными продуктами автолиза являются аминокислоты, основания, свободные жирные кислоты и другие продукты, накопление которых нельзя рассматривать как порчу рыбы, хотя качество ее считается более высоким в стадии до наступления автолиза.

**Микробиологические изменения.** В мышечной ткани живой рыбы, если она не больна и не утомлена, микроорганизмов нет. Поверхность же ее, жабры и желудочно-кишечный тракт обычно сильно обсеменены различными микроорганизмами. При неблагоприятных условиях жизни рыбы, болезненном состоянии и т. п. мясо рыбы и ее органы также могут быть обсемененными. С накоплением в рыбе продуктов автолитического расщепления условия для развития микроорганизмов, особенно при положительной температуре, становятся все более благоприятными. На степень бактериального обсеменения большое влияние оказывают санитарные условия.

Рыбы, больные инфекционными болезнями: краснухой, фурункулезом и другими болезнями, портятся значительно быстрее, чем здоровые, так как мышцы и органы их сильно обсеменены бактериями. Встречающиеся на рыбе и в ее тканях патогенные бактерии участвуют в порче, делают ее опасной в распространении инфекции и могут привести к накоплению опасных для человека токсинов, как, например, *Botulinus*.

В результате микробиологической порчи аминокислоты расщепляются с образованием аммиака, метиламина, диметиламина, триметиламина и др.

Аммиак образуется при дезаминировании некоторых аминокислот: аланина, глютаминовой кислоты, метионина, триптофана, тирозина, фенилаланина и др.

Кроме того, в начальный период гниения образуются гидроокиси: гидроокись аммония, гидроокись тетраметил аммония и др.

**Эпидемиологическое значение рыбы.** Эпидемиологическая роль рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов состоит в том, что они могут быть причиной гельминтозов, микробных и немикробных пищевых отравлений.

Как причина пищевых отравлений рыбные продукты находятся на четвертом месте после мясных, молочных, кондитерских продуктов. Половина всех отравлений приходится на ботулизм, к остальным

отравлениям относятся скомброидное отравление (гистамином) и токсикоинфекции, вызываемые паразитическим вибрионом или другими условно патогенными микроорганизмами.

Одним из опасных заболеваний, вызываемых гельминтами рыб, является описторхоз. Личинки сибирской (печеночной, кошачьей) двуустки (метацеркарии) обнаруживают в мышечной ткани карповых рыб (сазан, лещ, язь, плотва, линь и др.), в основном в спинной и хвостовой части, а иногда и в толще чешуи.

При сильном поражении мышц живыми или мертвыми метацеркариями рыбу направляют на техническую утилизацию. При слабом поражении ее обезвреживают консервированием, проваркой (не менее 30 мин) или крепким посолом (при концентрации рассола 7 - 14% и продолжительности посола не менее 14 сут). Метацеркарии устойчивы к низким температурам, поэтому обеззараживание замораживанием должно производиться при температурах не выше -15 °С в течение 14 сут. Обеззараживание рыбы вялением не рекомендуется.

Личинки широкого лентеца (плероцеркоиды), вызывающие у человека дифиллоботриоз, локализуются в полости тела, внутренних органах и мышцах таких пресноводных рыб как щука, налим, окунь, ерш. У щук плероцеркоиды могут находиться между икринками.

При сильном поражении плероцеркоидами внутренних органов и мышц рыбу бракуют при слабом поражении рыба считается условно годной и подлежит обеззараживанию проваркой в течение 20 - 30 мин или замораживанием при -12 °С в течение 3 сут. Может применяться также крепкий посол в течение 8 - 10 сут.

Щук, налимов, окуней и другую рыбу, выловленную из водоемов, неблагополучных по дифиллоботриозу, относят к условно годной и не допускают к продаже и использованию в свежем виде, а только после технологической обработки, обеспечивающей обезвреживание.

На рыбах в основном обитают микроорганизмы следующих родов: флавобактерии, аэромонады, псевдомонады, ахромобактеры, а также микрококки — это в большинстве психротрофные или психрофильные организмы, способные размножаться при температуре 0 - 20°С. В рыбе часто обнаруживаются протейная палочка и коли-формы. Морская рыба в значительной степени обсеменена паразитическими вибрионами, способными при соответствующих условиях вызывать пищевые токсикоинфекции.

В кишечнике свежевывловленной рыбы часто присутствуют микроорганизмы рода клостридий (ботулиновая палочка), что может быть причиной ботулизма в случае нарушений технологии переработки рыбы.

При загрязнении водоемов сточными водами в водных обитателях могут обнаруживаться не только коли-формы, но и энтерококки, сальмонеллы, дизентерийные палочки и другие патогенные микроорганизмы.

### **Химический состав яиц.**

Благодаря высоким вкусовым и питательным качествам, оптимальному соотношению пищевых веществ, хорошей усвояемости, яйца и яйцепродукты широко используются в рационах питания различных групп населения.

Пищевая ценность яиц определяется наличием в них важных, хорошо сбалансированных пищевых веществ. Съедобная часть яиц содержит около 13% белков, 12% жиров, а также незаменимые жирные кислоты, лецитин, холин, холестерин, минеральные вещества и витамины.

Несмотря на то, что белок сырых яиц снижает активность и выделительную функцию желез пищеварительной системы (за счет антитрипазы), а также обладает обволакивающим действием, не рекомендуется употреблять яйца в сыром виде, поскольку они представляют опасность в плане развития сальмонеллеза и биотингиповитаминоза (белок-авидин связывает биотин).

Белок яиц относится к высокоценному животному белку и не имеет дефицита незаменимых аминокислот. Он полностью переваривается и усваивается (на 98%), как и молочный протеин. В яичном

белке основную долю белков составляют овоальбумин, кональбумин, овоглобулин, овомукоид и лизоцим. Следует помнить, что альбумины яиц могут быть причиной развития сенсibilизации организма.

Яичные желтки содержат 11% белков, около 11,5% липидов, 1,1% полиненасыщенных жирных кислот, холестерина - 1,5-2%. Содержание фосфолипидов в яичных желтках около 10%, и они представлены в основном лецитином, который стабилизирует процессы липидного обмена, снижая избыточный уровень холестерина в крови. В желтках много холина, витаминов А, D, E, каротина, а также витаминов группы В.

Минеральные вещества в яйцах представлены фосфором, железом, кальцием (скорлупа), медью, кобальтом.

По сравнению с другими пищевыми продуктами усвояемость минеральных веществ и витаминов, содержащихся в яйцах, высока и не снижается при тепловой обработке.

**Эпидемиологическое значение яиц.** Яйца и яичные продукты могут содержать возбудителей ряда инфекционных болезней, в том числе и опасных для человека (сальмонеллеза, туберкулеза, орнитоза и др.), а также возбудителей пищевых токсикоинфекций (бактерии рода *Proteus*) и токсикозов (*Staphylococcus aureus*).

Яйца, полученные от больной птицы, заражаются эндогенным путем, т. е. инфекция попадает в содержимое яйца до образования скорлупы. Возможно проникновение патогенных микроорганизмов в яйцо экзогенным путем (снаружи) через повреждения скорлупы.

Яйца, полученные в неблагополучных по сальмонеллезу и туберкулезу птицы хозяйствах, подвергают дезинфекции в течение 20 мин в растворах с содержанием активного хлора 1,5 – 2%. Затем их обезвреживают варкой. Куриные яйца варят не менее 13 мин, утиные и гусиные яйца — не менее 14 мин с момента закипания воды.

Присутствие сальмонелл чаще всего обнаруживается в яйцах водоплавающей птицы. У взрослых уток и гусей сальмонеллезы протекают бессимптомно, хотя на поверхности скорлупы и в желтке обнаруживают сальмонеллы. В белке свежего яйца сальмонелл не бывает из-за бактерицидного действия лизоцима. Наибольшую степень инфицирования яиц сальмонеллами отмечают в апреле - мае, т. е. в сезон интенсивной кладки.

Утиные и гусиные яйца запрещается использовать на предприятиях общественного питания, а также для изготовления майонеза, меланжа и яичных порошков. Утиные и гусиные яйца допускается использовать на хлебопекарных предприятиях для производства мелкоштучных изделий, подвергающихся интенсивной тепловой обработке и с условием дезинфекции всего оборудования, посуды инвентаря и тары 1%-ным раствором хлорной извести.

Поставляемые для реализации яйца проходят ветеринарно-санитарную экспертизу и должны иметь ветеринарное свидетельство (справку) о том, что они заготовлены в организациях благополучных по инфекционным заболеваниям птицы и могут использоваться для пищевых целей. В случае заболеваний птицы яйца признаются непригодными для пищевых целей и утилизируются.

## **ТЕМА: БИОХИМИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

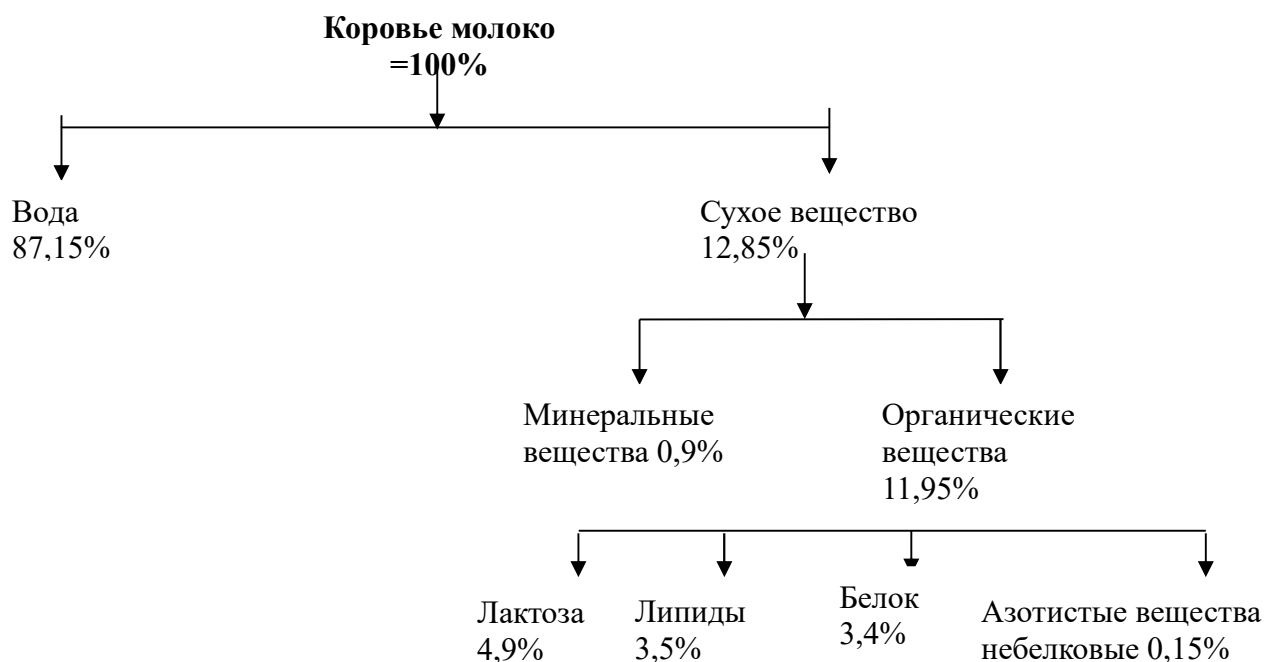
### ***ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ***

В молоке содержатся все пищевые вещества: сахар, жировые вещества, белковые вещества, минеральные вещества и биокатализаторы (ферменты и витамины).

На схеме показан средний химический состав коровьего молока.

Вода представляет собой среду, в которой компоненты молока находятся в растворенном или во взвешенном состоянии. Содержание воды в молоке колеблется от 87 до 87,4%.

## Средний химический состав коровьего молока



**Липиды** из молока имеют в своем составе *глицериды, стероиды и фосфатиды*.

**Глицериды.** В составе глицеридов первое место занимает олеиновая кислота, за ней следуют пальмитиновая и стеариновая кислоты. Эти три кислоты составляют 70-75% всех жирных кислот. Жирные кислоты с низкой молекулярной массой, такие как: масляная кислота, капроновая кислота, каприловая кислота и каприновая кислота, составляют 7-9% от общего количества жирных кислот молочного жира. Среди сложных липидов находятся: *лецитины, цефалины* и т. д.

**Лецитины** имеют высокую пищевую ценность. Это технологически важно, поскольку обеспечивает стабильность жировой эмульсии в водной фазе молока.

**Лактоза.** Единственный сахар, содержащийся в молоке, — это лактоза. Её доля в коровьем молоке колеблется от 4,7% до 5,2%. Под действием некоторых микроорганизмов лактоза ферментируется, превращаясь в молочную кислоту, масляную кислоту, пропионовую кислоту или этиловый спирт. Некоторые процессы ферментации лактозы используются для получения молочных продуктов.

**Белковые вещества.** Молоко является ценным источником белков, на их количество влияет ряд факторов, таких как: вид животного, порода, рацион питания и т. д. Основными белками молока являются: *казеин, лактальбумин и лактоглобулин*.

**Казеин** содержится в молоке в количестве 2,7%. Казеин молока находится в коллоидном состоянии в виде казеината кальция. Из раствора казеин коагулируется кислотами, солями (сульфатом магния, хлоридом кальция) и творогом. Коагуляция молочного казеина имеет большое практическое значение при производстве сыров.

**Лактоальбумин** растворим в воде. Он не коагулирует при добавлении кислот или сычужного фермента. Он осаждается при нагревании сыворотки до температуры выше 600°C. Это свойство лактоальбумина позволяет отделить его от казеина. Имеет промышленное значение при производстве сусли.

Лактоальбумин имеет большую пищевую ценность, поскольку содержит незаменимые аминокислоты.

**Лактоглобулин** не выпадает в осадок при нагревании, а только с сульфатом магния в насыщенном растворе. Он имеет пищевую ценность из-за содержания в нем незаменимых аминокислот. Считается, что лактоглобулин будет способствовать укреплению иммунитета нерожденного ребенка, имея тем самым особое физиологическое значение.

**Небелковые азотистые вещества** представлены: несколькими витаминами группы В, мочевиной, мочевой кислотой, аммиаком, креатином, креатинином и др.

**Минеральные соли.** Молоко содержит те же минеральные соли, что и ткани: хлориды, цитратфосфаты и др. В небольших количествах присутствуют также: марганец, железо, алюминий, цинк, фтор и др.

Молоко является важным источником кальция и фосфора для организма. Кальций также содержится в сочетании с казеином в количестве 0,5%.

Минеральные соли молока участвуют в клеточных метаболических процессах и в установлении рН крови и лимфы.

**Витамины.** В молоке содержатся как водорастворимые, так и жирорастворимые витамины. Коровье молоко содержит следующие витамины: В1, В2, В3, В6, В8, В12, РР, Н, С, А, D, Е и К. Большое значение на содержание витаминов имеет способ обработки молока после доения.

При переработке молока на получение масла и сыров часть водорастворимых витаминов теряется и переходит в сыворотку.

**Важнейшими ферментами** молока являются: амилаза, лактаза, липаза, пероксидаза, редуктаза, каталаза, фосфатаза. Амилаза, присутствующая в молоке, имеет максимальную активность при температуре 300°С и рН от 5,8 до 6,2, *лактаза* гидролизуют лактозу до глюкозы и галактозы. В молоке она содержится в очень небольших количествах.

Натуральная молочная липаза разрушается при температуре 700°С. Высокая кислотность и наличие тяжелых металлов (Cu, Fe, Mn и др.) препятствуют активности липазы.

Редуктаза содержится в меньших количествах в свежeweыдоенном молоке. Она образуется в результате развития бактерий.

Качество молока можно оценить по количеству редуктазы и скорости обесцвечивания метиленового синего. Чем больше количество редуктаз, тем короче время обесцвечивания метиленового синего и, следовательно, тем больше микроорганизмов в молоке.

Пероксидаза связана с наличием лейкоцитов в молоке. Она термостойкая и может разрушиться только при температуре 800С.

Каталаза содержится в небольших количествах в свежем молоке здоровых животных. Разрушается при температуре 650С.

Фосфатазы катализируют гидролиз эфиров фосфорной кислоты. В нормальном молоке есть две фосфатазы: одна щелочная, действующая при рН от 8 до 9, и другая кислотная, действующая при рН от 4,6 до 4,8.

**Пигменты.** В молоке присутствуют увлажняющие пигменты: *каротин, хлорофилл, ксантофилл, рибофлавин*. Они поступают с кормом или образуются в результате нормальной деятельности организма животного.

**Газы,** присутствующие в молоке: углекислый газ, кислород и азот. При контакте с воздухом количество углекислого газа в молоке уменьшается и увеличивается содержание кислорода и азота.

## МАСЛО И СЫР

**Масло.** Средний химический состав сливочного масла следующий: вода 20-22%; жир 78-80%, другие вещества; лактоза, молочная кислота, белковые вещества 1,2-1,8%.

**Сыры.** Характеристики разных видов определяются их химическим составом. В таблицах представлены основные виды свежего коровьего сыра и телемеи.

## Характеристики свежего коровьего сыра

Индикаторы	Очень жирный	Жирный	Средний	Слабый по жирности
Жир по отношению к сухому веществу (%)	50	30	20	20
Сухое вещество (%)	35	30	20	20
Кислотность (градусы Торнера)	190	190	200	210

## Характеристики овечьего сыра

Индикаторы	Овечья брынза			Коровья брынза		Коровья брынза свежая
	Высшая категория	I	II	I	II	
Вода, %	55	55	55	57	57	60
Жир относительно сухого вещества	50	47	47	44	42	44
Хлорид натрия	4 ± 1	4 ± 1	4 ± 1	4 ± 1	4 ± 1	2,5...3,5

## БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

**Молоко** – очень хорошая среда для развития микроорганизмов. Вот почему молоко, предназначенное для потребления или производства молочных продуктов, должно подвергаться обработкам, предотвращающим его изменение. Далее кратко представим недостатки молока. Молоко может изменять свой вкус, запах, консистенцию и цвет под действием микроорганизмов, образующих нормальную микрофлору, или микроорганизмов, чужеродных нормальной микрофлоре молока.

Изменение вкуса и запаха может быть вызвано и неправильным кормлением животных.

Под действием микроорганизмов основные компоненты молока: лактоза, жиры и белковые вещества претерпевают глубокие преобразования.

**К недостаткам вкуса и запаха молока относятся:**

- **кислый вкус** является одним из наиболее частых пороков свежего молока и обусловлен образованием молочной кислоты путем превращения лактозы. Бактерии из родов: микрококки и стафилококки способны превращать лактозу в молочную кислоту. Кислотность молока проявляется в том, что молоко свертывается при обычной температуре или при нагревании;
- **вкус и запах прогорклый** появляются вследствие действия липаз на молочный жир. Жиры могут гидролизироваться, а образующиеся жирные кислоты окисляться и превращаться в разные продукты, придающие жиру вкус и запах прогорклости;
- **вкус мыла** появляется в свежем молоке, хранящемся длительное время при температуре ниже 100С, в этих протоках развиваются флуоресцентные и гнилостные бактерии, образующие щелочные продукты, омыляющие молочный жир;
- **вкус рыбы** реже встречается в молоке и чаще в сливочном масле. Это происходит за счет разложения лецитина с образованием триметиламина;
- **горький вкус** -он может поступать с пищей: травы с полынью или бархатцами, которые были неправильно упакованы (заплесневели) или подверглись масляному брожению. Дефект возникает

также вследствие действия таких микроорганизмов, как: *Micrococcus amarificans*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*, *Turula amara*.

**Дефекты консистенции.** Среди них наиболее частым дефектом является простокваша, продуцируемая слизистыми бактериями, такими как: *Bacterium Lactis - viscosi*, *Bacterium airogenes*, *Bacterium mesentericum vulgatum*. Молозиво имеет слизистый вид, особенно в поверхностном слое. Микроорганизмы, изменяющие консистенцию молока, обнаруживаются на недостаточно вымытой или продезинфицированной посуде.

**Цветные дефекты.** Эти дефекты могут появиться либо из-за корма, который используют в качестве корма, либо из-за действия микроорганизмов.

**«Голубое» молоко.** Голубоватый оттенок молока обусловлен кормом животного пипиригом, осокой и др. или действием следующих бактерий: *Bacterium cyanogenes* и *cyanofluorescens*. Они работают только с скисшим молоком.

**«Красное» молоко.** Окраска появляется благодаря действию бактерий: *Micrococcus prodigiosus* или *Bacillus Lactis – erytrogenes*. При неправильном доении или наличии язв на вымени в молоке могут появиться клетки крови, которые окрашивают молоко в красный цвет.

**«Желтое» молоко.** Наличие каротина в кормах, которыми кормят животных, обуславливает желтый цвет молока. Этот цвет также производят некоторые бактерии, наиболее важной из которых является *Bacterium cunxanthum*.

**«Черное» молоко.** Дефект обусловлен наличием микроорганизмов *Bacterium Lactis-nigri*, *Turula nigra*, а также плесени из родов *Mucor* и *Rhizopus*. Этот дефект проявляется появлением черных пятен на поверхности молока.

Далее следуют процедуры консервации молока. Прежде всего, останавливая развитие микроорганизмов, одновременно защищая продукт от нежелательных преобразований, которые могут привести к его изменению.

## ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В МОЛОКЕ ПРИ НАГРЕВЕ

Наиболее распространенными способами консервирования молока являются те, в которых используется действие тепла. Скорость уничтожения микроорганизмов зависит от температуры и продолжительности нагревания.

Однако действие тепла оказывает влияние на компоненты молока, приводя к снижению его пищевой ценности.

Среди компонентов молока наиболее глубокие превращения, приводящие к их денатурации, претерпевают белки. Денатурированный белок снижает свою растворимость и теряет биологические свойства. Наиболее чувствительны к действию тепла лактоальбумин (650 С) и лактоглобулин (750 С). После термической обработки цвет, растворимость и содержание фосфора молочного казеина изменяются.

Установлено, что в молоке, подвергнутом нагреванию, образуется ряд новых продуктов, таких как меланины, которые рождаются между белками и лактозой. Образование меланина в молоке приводит к его потемнению.

При нагревании минеральный баланс молока меняется. Образуются нерастворимые соли: например, кислый фосфат кальция ( $\text{CaHPO}_4$ ), растворимый, переходит в нейтральный фосфат кальция ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), нерастворимый. Снижение концентрации растворимых солей кальция усложняет свертывание молока в процессе производства сыра.

Термическая обработка молока разрушает часть витаминов, явление, которое усиливается, если нагревание происходит в присутствии кислорода и следов тяжелых металлов (Fe, Cu).

## ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В МОЛОКЕ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ

Консервирование молока биохимическими методами широко применяется в молочной промышленности, чтобы избежать кислых молочных продуктов. Эти методы основаны на молочнокислом брожении. Процесс брожения происходит под действием спонтанной микрофлоры молока или некоторых культур бактерий.

Биохимический процесс, лежащий в основе производства кисломолочных продуктов, заключается в превращении лактозы в молочную кислоту, а иногда и в спирт. Образующаяся молочная кислота соединяется с кальцием казеина и образует растворимый лактат кальция, а казеин коагулирует. За счет накопления молочной кислоты в свободной форме повышается кислотность продукта.

Наиболее важными кисломолочными продуктами являются: простокваша, ацидофильное молоко, йогурт и кефир.

*Простоквашу* получают путем самопроизвольного брожения, за счет молочнокислых стрептококков. Качество продукта зависит от гигиенического состояния молока.

*Ацидофильное молоко* готовят из стерилизованного молока, засеянного *Lactobacillus acidophilus*. По сравнению с кислым молоком оно имеет более низкую кислотность и более нежную консистенцию.

*Йогурт* изготавливается из коровьего, овечьего и козьего молока, цельного или обезжиренного.

Флора йогурта состоит из: *Thermobacterium bulgaricum* или *Thermobacterium yogourti*, которые придают кислотность. Для аромата также можно добавить стрептококки.

*Кефир* – газообразный, кислый и слабоалкогольный молочнокислый напиток. Его готовят из коровьего молока, засеянного гранулами кефира. Микрофлора гранул состоит из молочнокислых бактерий, дрожжей и уксуснокислых бактерий, производящих смешанное, кисломолочно-молочное и спиртовое брожение.

Диетическая ценность кисломолочных продуктов объясняется тем, что они препятствуют развитию гнилостных бактерий в кишечнике за счет изменения рН. Кроме того, кисломолочные продукты легко усваиваются организмом.

## ДЕФЕКТЫ КИСЛО-МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

При несоблюдении технологии изготовления в продуктах происходят нежелательные превращения, которые приводят к дефектам вкуса, запаха и консистенции.

**Дефекты вкуса и запаха.** Они возникают из-за неподходящего сырья, нежелательных процессов брожения (уксусного или масляного брожения) или неправильно проведенного технологического процесса.

Наиболее распространенными дефектами вкуса и запаха являются: *кислый вкус, плесневелый или дрожжевой вкус, прогорклый вкус, уксусный вкус и запах, аммиачный вкус и запах.*

*Кислый привкус* возникает из-за продления времени брожения или превышения температуры во время этого процесса.

*Затхлый вкус* или дрожжевой грибок появляется при заражении яиц дрожжевыми грибами и плесенью.

*Прогорклый вкус* его дают превращения, которым подвергается жир в продуктах под действием липаз или вследствие окисления.

*Вкус и запах уксусный* они содержатся преимущественно в кефире и появляются вследствие действия кислых бактерий. Они окисляют этиловый спирт до уксусной кислоты.

*Вкус, напоминающий аммиачный запах* их вызывают гнилостные бактерии, расщепляющие белковые вещества на сероводород (H<sub>2</sub>S) и аммиак (NH<sub>3</sub>).

**Дефекты консистенции.** Они обусловлены следующими причинами:

- сырье с низким содержанием белка или не коагулирующее;
- использование старых дрожжей;
- низкая температура брожения.

Наиболее распространенными дефектами консистенции являются: жидкая консистенция, мягкая консистенция и отделение сыворотки.

*Жидкая консистенция* может возникнуть из-за бактериального заражения животного.

*Мягкая консистенция* возникает, когда молоко имеет низкое содержание белка и пониженные свертывающие свойства или при использовании старых дрожжей.

*Отделение сыворотки от творога* происходит в случае длительного брожения при низких температурах или при слишком медленном охлаждении сбраживаемого продукта.

## ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАСЛА

**Сливочное масло** – продукт с высокой энергетической ценностью, поскольку в его составе преобладает жир. Его изготавливают из сливок, которые имеют высокую жирность – от 15 до 50%. Производство сливочного масла состоит из следующих основных операций: сбивание молока; пастеризация сливок; физическое и биохимическое созревание сливок; сбивание сливок; сбивание сливочного масла, упаковка.

Биохимические и микробиологические процессы, лежащие в основе производства сливочного масла, вмешиваются в биохимическую фазу созревания сливок путем ферментации сливок отборными дрожжами, содержащими бактерии с различными свойствами. Для образования аромата необходима деятельность двух групп бактерий, часть из которых вырабатывает кислотность, *Streptococcus Lactis*; *Streptococcus cremoris* и другие, определяющие образование веществ, придающих аромат *Streptococcus citrovorus* и *Streptococcus paracitrovorus*. Существует симбиоз молочнокислых стрептококков, вырабатывающих кислотность, и тех, которые формируют аромат. Бактерии, вырабатывающие кислоту, создают благоприятные условия для деятельности бактерий, производящих аромат (*Streptococcus diaceti Lactis*).

Аромат сливочному маслу придают такие вещества, как: летучие кислоты, диацетил, ацетилметилкарбинол, сложные эфиры, спирты.

**Дефекты сливочного масла.** Микроорганизмы, обнаруженные в сливочном масле, могут развиваться при благоприятных условиях и вызывать дефекты. Во избежание развития микроорганизмов сливочное масло хранят при низких температурах, близких к 0 С.

**Дефекты вкуса и запаха** являются наиболее распространенными.

*Рыбный вкус* обусловлен расщеплением лецитина с образованием триметиламина, придающего рыбный запах.

*Горький вкус* это связано с акцентированной очисткой.

*Заплесневение сливочного масла* его продуцируют: *Oidium Lactis* и *Penicillium glaucum*. Некоторые виды микроорганизмов, которым требуется небольшое количество воздуха (*Cladosporium herbarum*) и которые образуют плесень, могут развиваться в пустотах, остающихся в масле после взбивания.

## **ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРА**

**Сыры** – это продукты, полученные путем свертывания молока и переработки творога.

Сыры, полученные путем закисления, употребляют в пищу в свежем виде, а сыры, полученные путем коагуляции сычужным ферментом, подвергают более длительному процессу обработки.

Производство сыров включает, как правило, три этапа: *свертывание молока; переработка творога и созревание сыра.*

Важные биохимические процессы происходят при свертывании молока и созревании сыров.

*Свертывание или свертывание молока.* Это делается путем подкисления или ферментативно.

Коагуляция путем подкисления заключается в осаждении казеина молочной кислотой, образующейся в результате ферментации лактозы. Ферментативную коагуляцию осуществляют с творогом, который производит коагуляцию казеина.

Отличие коагуляции молока с помощью кислот от коагуляции творогом состоит в том, что в случае кислот получается казеиновая масса с небольшим содержанием кальция, а в случае творога - казеин с высоким содержанием кальция.

На коагуляцию влияют температура, реакция среды, добавление солей, прочность сгустка. Оптимальная коагуляция протекает при температуре 40-41<sup>0</sup>С, в кислой среде, рН=5,5. Соли кальция (CaCl<sub>2</sub>) способствуют коагуляции.

*Выдержка сыров.* Это достигается путем содержания их в определенных условиях температуры и влажности, которые позволяют осуществлять ряд химических, биохимических и микробиологических преобразований.

*В процессе созревания творог* превращается в продукт, имеющий определенную консистенцию, вкус, запах и цвет, свойственные каждому сорту сыра.

В созревании сыров принимают участие все микроорганизмы, в том числе молочнокислые бактерии, пептонизированные бактерии, лекарственные препараты и плесень.

Молочнокислые бактерии играют важнейшую роль, так как они превращают лактозу в молочную кислоту, что препятствует развитию гнилостных бактерий.

Дрожжи и плесени атакуют лактозу и образующуюся молочную кислоту, создавая благоприятную среду для действия пептонизирующих бактерий. Дрожжи и плесень играют важную роль в формировании вкуса некоторых сыров.

В процессе созревания сыры претерпевают глубокие изменения. Наиболее важные преобразования происходят внутри пасты. Таким образом, сырная паста, изначально белая, фарфоровая и рассыпчатая, становится желтовато-белой, жирной и эластичной.

Белковые вещества трансформируются в: альбумозы, пептоны, аминокислоты, амиды и аммиак. Чем дольше срок созревания сыров, тем глубже происходит трансформация белковых веществ.

Аммиак, являющийся последним продуктом распада белковых веществ, соединяется с углекислым газом, образующимся в результате брожения лактозы, и дает карбонат аммония.

Все эти вещества, образующиеся в процессе созревания, придают сырам ароматный вкус и запах.

Характерный вкус сыров не зависит от определенного компонента, он получается в результате превращений, которым подвергаются их белки, лактоза и жиры.

Молочная кислота, образующаяся в результате ферментации лактозы, придает приятный вкус, который более выражен в свежих сырах.

Пропионовая кислота, вырабатываемая пропионовыми бактериями, считается специфическим вкусовым веществом швейцарских сыров.

Приятный вкус сыров обусловлен также наличием аминокислот. Установлено, что сыры из сырого молока имеют более выраженный и приятный аромат, чем сыры из пастеризованного молока.

Под воздействием химических веществ, образующихся при созревании, химическая реакция сыра меняется. Таким образом, в начале реакция кислая за счет образующейся молочной кислоты, затем она становится нейтральной, а в конце процесса созревания – щелочной.

Степень зрелости сыров оценивают по количеству растворимого азота по отношению к общему азоту.

По степени вызревания сыры делят на следующие группы:

- с низкой степенью вызревания, 15-30%
- с высокой степенью вызревания, 30-50%
- с очень высокой степенью вызревания, 50-80%

Сыры высокой степени созревания легко усваиваются организмом.

**Дефекты сыра.** Неправильное управление технологическим процессом, а также действие некоторых вредных микроорганизмов приводят к производству бракованных сыров.

Наиболее распространенными дефектами сыров являются следующие:

- *недостаточный дренаж сыворотки*: это дефект, который приводит к получению сыров водянистого и кислого вкуса, что также препятствует развитию пропионовых бактерий;
- *преждевременное вздутие*, для которого характерно образование мелких дырок в массе сыров. Агентом, вызывающим этот дефект, является *Bacterium coli-aerogenes*; зараженный сыр имеет неприятный вкус и запах;
- *раннее вздутие*, который появляется сразу после обработки сгустка, когда лактоза не полностью сбраживается. Кислотность среды снижает активность бактерий, вызывающих этот дефект;
- *позднее раздувание* его вызывают маслянистые и гнилостные бактерии. Они вызывают вздутие только в том случае, если находятся в большом количестве. Маслянистый отек появляется через 10-60 дней после изготовления и вызывается *Clostridium thirobutyricum*. Вкус сыра становится сладким, тягучим, неприятным, а консистенция – мягкой с неровным рисунком. Молоко, загрязненное маслянокислыми бактериями, нельзя использовать для изготовления твердых сыров;
- *белая гниль* или внутренняя гниль вызвана бактерией *Clostridium sporogenes*. Сырная паста гниет в разных местах, где появляются дырки разного размера. Сыры имеют мягкую консистенцию, неприятный вкус и запах, а вокруг полостей паста белого цвета;
- *рак оболочки* сыры. Дефект характеризуется появлением колоний плесени на поверхности сыров. Под колониями плесени образуются дыры из-за распада белков. На поверхности сыров имеются небольшие отверстия, напоминающие рубцы. Чтобы предотвратить появление этого дефекта, сыры необходимо промывать кислой сывороткой или 5%-ным раствором уксусной кислоты;
- *плесень под корой* Дефект возникает у сыров с поврежденной коркой и вызывается *Penicillium glaucum*;
- *цвет черный или темно-коричневый* его производит *Monilia nigra*. Дефект передается с полок, на которых размещены сыры.

**Горький вкус** сыров обусловлено следующими причинами:

- молоко от животных, откормленных травами, содержащими горькие вещества;
- использование большого количества творога;
- хлорид натрия, содержащий горькие вещества;

- бактерии родов *Matosoccus* и *Microsoccus* производят усиленное разложение белковых веществ, образующиеся вещества придают сырам горький вкус.

## ТЕМА: БИОХИМИЯ КРУП, МУКИ И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Основными крупами, входящими в рацион и перерабатываемыми в виде муки, являются: *пшеница, рожь и кукуруза*.

Средний химический состав зерна злаков, используемых в мукомольной промышленности, пшеничной муки в пересчете на сухое вещество представлен в таблице.

#### Средний химический состав зерна злаков

Злак (%)	Крахмал (%)	Целлюлоза (%)	Белок (%)	Липиды (%)	Минеральные вещества (%)	Вода (%)
Пшеница	61	2,5	11,5	1,8	1,8 - 2	13 – 14
Рожь	57	3,5	10,8	1,7	2 - 2,5	14 – 15
кукуруза	70	1-1,5	11,8	6,7	1,1 - 1,4	15–30

#### Средний химический состав пшеничной муки

Название муки	Минеральные вещества (%)	Крахмал (%)	Белковые вещества (%)	Целлюлоза (%)	Витамин	
					В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>
Белый	0,38 - 0,50	78.70 - 82.50	10.7 - 11.80	0,12 - 0,15	70-96	80
Полу	0,60 - 1,20	70.80 - 77.30	12.10 - 12.75	0,19 - 0,97	133 - 256	81 – 154
Черный	1.30 - 1.90	66,25 -70,10	1,14 - 1,87	1,14 - 1,87	271 - 475	172 - 350

**Углеводы** с количественной точки зрения занимают первое место среди органических веществ круп и муки.

**Моносахариды** встречаются в очень небольших количествах (глюкоза в пшенице -0,09%, фруктоза-0,06%). Эти моносахариды имеют особое значение для запуска процессов брожения в тесте.

**Олигосахариды** также содержатся в очень небольших количествах в эндосперме зерна. Сахароза и раффиноза содержатся в ростках фасоли.

Наиболее важной группой углеводов, присутствующей в крупах и муке, являются полисахариды. Среди полисахаридов основное место занимает крахмал, а затем целлюлоза, которая содержится в небольших количествах.

Крахмал содержится в эндосперме и обладает свойством гелеобразования при температуре 65–67,50°C, что является важной хлебопекарной характеристикой муки.

**Белки.** Они представляют собой важный класс органических веществ, которые содержатся в составе зерна злаков, а в муке идентифицированы многочисленные аминокислоты: аспарагиновая

кислота, глутаминовая кислота, аланин, аргинин, цистеин, цистин, фенилаланин, гликохолин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин и другие.

Среди трипептидов был идентифицирован глутатион. Важнейшими белками круп и муки, которые содержатся в наибольшем количестве, являются глютелины. Глютенин из зерен пшеницы называется глютелином. Вместе с глиадином он образует белки, генерирующие клейковину, которые имеют особое значение в процессе выпечки. Объем и качество хлеба зависят от усвоения клейковины.

**Липиды.** Количество и состав липидов в пшеничной муке влияют на свойства теста и качество хлеба. Липиды сконцентрированы в зародышах зерновых культур и в их составе между триглицеридами, фосфолипидами и гликолипидами.

**Минеральные вещества.** Химическими элементами, входящими в состав минеральных веществ круп и муки, являются: *фосфор, калий, магний, кальций, натрий, железо.*

Содержание минеральных веществ в пшеничной муке дает представление о степени экстракции.

**Ферменты и витамины.** Ферменты, обнаруженные в зернах злаков: *амилазы, протеазы, липазы, оксидазы и пероксидазы.* Все эти ферменты имеют особое значение при хранении круп и технологической переработке муки.

Витамины крупы распределены в разных частях зерна, поэтому в муке мелкого экстрактирования количество витаминов меньше. Крупы содержат витамины: *B1, B2, B6, PP, пантотеновую кислоту, фолиевую кислоту, витамин E, биотин.* В процессе производства хлеба при выпечке теряется часть витаминов.

## БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

### • ЗЛАКИ

Изменения, происходящие при хранении зерна, обусловлены дыханием зерна. Факторами, влияющими на физиологические и микробиологические процессы в крупяной массе, являются: влажность крупы, температура хранения, относительная влажность воздуха, продолжительность хранения, физическое состояние крупы и др.

Влажность зерна и относительная влажность помещений хранения являются основными факторами, определяющими скорость биохимических реакций в зерновой массе.

У сухих и незараженных зерен интенсивность дыхания очень низкая.

За счет биохимических процессов, протекающих в зерновой массе, происходит выделение тепла, которое внутри может достигать 60-70<sup>0</sup>С, это явление называется «нагревом зерна». Когда тепло, образующееся в массе зерен, больше, чем выделяющееся во внешней среде, возникает опасность перегрева.

Основную роль в процессе нагрева зерновой массы играют микроорганизмы. Известно, что плесневые грибы по сравнению с другими вегетативными формами обладают очень интенсивной дыхательной способностью.

В процессе нагрева ферменты начинают реагировать, вызывая глубокие изменения в химическом составе зерен. При этом изменяется содержание углеводов, липидов, минеральных веществ и витаминов.

Содержание крахмала снижается за счет действия амилалитических ферментов. Если температура и влажность высокие, дыхание происходит интенсивнее и сахара превращаются в углекислый газ и воду. Протеолитические ферменты гидролизуют белки до пептидов и аминокислот только тогда, когда достигнута продвинутая фаза деградации зерна.

Липиды хранящегося зерна гидролизуются в результате действия липаз. Процесс гидролиза происходит быстрее, если зерна имеют более высокую влажность и температуру.

В семенах с интенсивным дыханием обнаружено увеличение процента минеральных веществ за счет фосфора, высвобождающегося из фитина в результате действия фитазы.

Важные потери витаминов могут также произойти во время хранения зерна. Так было установлено, что пшеница влажностью 17%, хранившаяся в течение 5 лет, потеряла 30% содержания витамина В1.

## • МУКА

Изменения, претерпеваемые мукой при хранении, могут привести к улучшению хлебопекарных качеств или к их изменению.

Улучшение хлебопекарных качеств муки происходит в процессе «созревания».

На созревание муки влияют следующие факторы: температура хранения, влажность муки, кислород воздуха и степень экстракции. В процессе созревания качество муки улучшается до критической точки, после чего ее хлебопекарные свойства ухудшаются.

Продолжительность процесса созревания зависит от степени извлечения муки. При нормальных условиях хранения продолжительность процесса созревания низкоэкстрактивной муки составляет 1,5-2 месяца, высокоэкстрактивной - 3-4 недели.

Во время созревания происходит ряд процессов, которые приводят к следующим изменениям:

- *изменение влажности* муки происходит за счет ее гигроскопичности;
- *изменение цвета* происходит из-за окисления каротиноидных пигментов муки. В результате этой реакции цвет муки светлеет;
- *повышение кислотности* при хранении происходит за счет гидролиза жиров и органических фосфатов;
- *модификация клейковины* приводит к улучшению ее качества. Клейковина слабой муки мягкой консистенции и пониженной эластичности затвердевает и становится эластичной. Предполагается, что изменения свойств клейковины обусловлены действием свободных жирных кислот и процессами окисления. Благодаря этим изменениям тесто легче формуется, становится более эластичным, сохраняет большое количество газа, что приводит к более гладкому хлебу;
- *изменение способности муки поглощать воду*. В процессе созревания способность муки поглощать воду увеличивается за счет улучшения качества клейковины.

В муке хорошего качества и при правильном хранении активность амилазы снижается, накапливая незначительное количество мальтозы.

Мука, хранящаяся в неподходящих условиях влажности и температуры, может подвергнуться воздействию микроорганизмов (бактерий, плесени), вызывающих ее изменение. Преобразования, производимые микроорганизмами, приводят к изменению органолептических и хлебопекарных свойств муки.

## • ХЛЕБ

При выпечке хлеба биохимические процессы происходят на всех этапах технологического процесса: *приготовлении теста, закваске и выпечке*.

*При приготовлении и закваске теста* происходит ряд биохимических процессов, приводящих к его размягчению. Расстойка теста производится с помощью прессованных дрожжей. Поскольку пшеничная мука имеет низкое содержание сбраживаемых сахаров, частичный гидролиз крахмала до мальтозы необходим для поддержания и развития дрожжей. Мальтоза превращается в глюкозу, которая затем ферментируется дрожжами в спирт и углекислый газ, кислоты и другие вещества, способствующие образованию аромата хлеба. Образующийся углекислый газ частично удаляется, а большая часть его удерживается клейковиной в тесте, вызывая увеличение объема теста и образование пористости.

Во время *закваски теста* также происходит молочнокислое брожение, производимое молочнокислыми бактериями, которые превращают глюкозу в молочную кислоту. Это способствует стимуляции размножения дрожжей и улучшению качества хлеба.

Чтобы способствовать активности ферментов, заквашивание теста должно проходить при температуре 27-30<sup>0</sup>С.

Биохимические процессы продолжаются и на этапе *выпечки теста*.

В начале выпечки, до достижения температуры 50<sup>0</sup>С, дрожжи интенсивно активируются, получая спирт и углекислый газ. Интенсификация газообразования в результате брожения сахаров хлеба вызывает увеличении его объема. При температуре выше 50<sup>0</sup>С действие дрожжей снижается, а при 70<sup>0</sup>С они разрушаются.

Крахмал набухает при температуре 40–60<sup>0</sup>С, а при 65<sup>0</sup>С загущается, превращаясь в вязкую массу. Белковые вещества теста, а именно клейковина, начинает разлагаться и при 60-70<sup>0</sup>С коагулирует, выделяя воду впитанную ею при замесе теста. Эти два явления гелеобразования крахмала и коагуляции белковых веществ происходят одновременно. Вода, выделяемая белковыми веществами, поглощается крахмалом, образуя таким образом сердцевину хлеба.

При температуре 110-120<sup>0</sup>С начинается декстринизация крахмала, а при 140-150<sup>0</sup>С - карамелизация сахаров. Эти процессы приводят к формированию цвета и вкуса кожицы.

При выпечке хлеба из-за термической обработки теряется часть витаминов. Таким образом, витамин В<sub>1</sub> теряется в количестве 15%, причем потери тем больше, чем толще кожа.

### Макаронны высшего сорта

Длинные изделия, похожие на волокна, состоящие из теста, в быту называют макаронами. Мука для теста берётся высшего сорта, состоящая из тонко измельчённых частиц внутреннего слоя зерна, имеет белый цвет и характерный мучной запах. Обладает хорошими хлебопекарными качествами и большой выход продукта. Макароны из неё не развариваются. На изломе они стекловидные, имеют желтоватый цвет. Макароны из муки высшего сорта, безусловно, один из полезных ежедневных продуктов. Калорийность макарон высшего сорта составляет 338 ккал на 100 грамм продукта.

### Состав и полезные свойства макарон высшего сорта

В составе муки высшего сорта нет заметного количества витаминов, но всё же в ней достаточно много витамина РР, стимулирующего сердечную деятельность, регулирующего химические процессы в клетках. Недостаток его влияет на здоровье кожи и проявление дерматитов. Витамин В<sub>9</sub> обеспечивает функционирование кровеносной системы и иммунитета. Витамин А нормализует процессы окисления в коже, и, как и присутствующий, в макаронах витамин Е, является антиоксидантом (калоризатор). Дополнить витаминный состав муки высшего сорта могут витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>. Из микроэлементов в заметном количестве имеются калий, фосфор, хлор, сера, чуть меньше кальция и магния. Они также обеспечивают нормальную жизнедеятельность организма в целом.

### Макаронны из муки в/с - калорийность и химический состав

<b>Пищевая ценность</b>	<b>Содержание (на 100 грамм)</b>	<u>Жиры</u>	1.3 гр
		<u>Углеводы</u>	70.5 гр
<u>Калорийность</u>	338 ккал	<u>Вода</u>	13 гр
<u>Белки</u>	11 гр	<u>Клетчатка</u>	3.7 гр

### Содержание витаминов:

Витамины	Химическое название	Содержание в 100 граммах	Процент суточной потребности
<u>Витамин А</u>	ретиноловый эквивалент	0 мкг	0%
<u>Витамин В1</u>	тиамин	0.17 мг	11%
<u>Витамин В2</u>	рибофлавин	0.04 мг	2%
<u>Витамин С</u>	аскорбиновая кислота	0 мг	0%
<u>Витамин Е</u>	токоферол	1.5 мг	15%
<u>Витамин В3 (РР)</u>	ниацин	2.9 мг	15%
<u>Витамин В4</u>	холин	52.5 мг	11%
<u>Витамин В5</u>	пантотеновая кислота	0.3 мг	6%
<u>Витамин В6</u>	пиридоксин	0.16 мг	8%
<u>Витамин В9</u>	фолиевая кислота	20 мкг	5%
<u>Витамин Н</u>	биотин	2 мкг	4%

### Содержание минеральных веществ:

Минеральные вещества	Содержание в 100 граммах	Процент суточной потребности
<u>Калий</u>	123 мг	5%
<u>Кальций</u>	19 мг	2%
<u>Магний</u>	76 мг	19%
<u>Фосфор</u>	87 мг	9%
<u>Натрий</u>	3 мг	0%

<u>Железо</u>	1.6 мг	11%
<u>Йод</u>	2 мкг	1%
<u>Цинк</u>	0.71 мг	6%
<u>Медь</u>	700 мкг	70%
<u>Сера</u>	71 мг	7%
<u>Фтор</u>	23 мкг	1%
<u>Хром</u>	2.2 мкг	4%
<u>Кремний</u>	4 мг	13%
<u>Марганец</u>	0.58 мг	29%

### Содержание аминокислот:

Незаменимые аминокислоты	Содержание в 100гр	Процент суточной потребности
<u>Триптофан</u>	100 мг	40%
<u>Изолейцин</u>	440 мг	22%
<u>Валин</u>	480 мг	14%

<u>Лейцин</u>	820 мг	16%
<u>Треонин</u>	310 мг	55%
<u>Лизин</u>	250 мг	16%
<u>Метионин</u>	160 мг	12%
<u>Фенилаланин</u>	510 мг	26%
<u>Аргинин</u>	400 мг	8%
<u>Гистидин</u>	200 мг	13%

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ

Химический состав овощей и фруктов очень схожий, поскольку они содержат одни и те же энергетические, пластические и каталитические вещества.

**Углеводы.** Овощи и фрукты очень богаты углеводами (моносахариды, дисахариды и полисахариды).

Распределение углеводов в плодах варьируется в зависимости от вида растения и региона произрастания плодов. Так, в плодах с семенами (яблоках, грушах, айве и др.) преобладает фруктоза; в косточковых плодах (абрикосах, персиках) преобладает глюкоза. Внешние области фруктов, например яблок, винограда, богаче углеводами, чем внутренние.

*Моносахариды* представлены пентозами и гексозами. Пентозы (рибоза, ксилоза, арабиноза) встречаются в виде составляющих веществ. Гексозы встречаются как в свободной форме (глюкоза и фруктоза), так и в связанном виде в галактанах, маннанах или глюкозидах.

*Дисахариды* представлены в овощах и фруктах, особенно сахарозой.

*Полисахариды* они представлены крахмалом, целлюлозой и гемицеллюлозой. Крахмал — основное запасное вещество растений, в большем количестве он присутствует в овощах и в меньшем — во фруктах. К числу овощей с повышенным содержанием крахмала относятся клубни картофеля, фасоль, горох. В плодах содержание крахмала выше перед созреванием, после чего оно снижается, превращаясь в простые углеводы.

Целлюлоза – это основное вещество, из которого состоят клеточные стенки. Он встречается как в свободном виде, так и в смеси с другими веществами, такими как гемицеллюлозы, пектины и смолы.

Содержание белка в овощах выше, чем во фруктах. Среди различных органов растения семена имеют самое высокое содержание белка. Накопление белков происходит по мере созревания растений. Таким образом, горох и сухая фасоль имеют более высокое содержание белка, чем зеленая фасоль.

Овощи, листья которых употребляют в пищу (шпинат, салат), имеют высокую пищевую ценность благодаря высокому содержанию азотистых веществ и незаменимых аминокислот.

Фруктами с наибольшим содержанием аминокислот являются: лимоны, ананас, виноград, смородина, вишня и малина.

**Пектиновые вещества.** Они в большом количестве содержатся в овощах и фруктах и принимают участие в регуляции клеточной активности, что особенно важно в процессе дыхания во время созревания фруктов.

**Липиды.** Жирность овощей и фруктов очень низкая. Липиды плодов концентрируются в косточках и семенах, где играют роль запасных веществ.

**Органические кислоты.** Они влияют на органолептические качества, а также на процессы окисления овощей и фруктов.

Преобладающие кислоты: *лимонная кислота, яблочная кислота и винная кислота*. В меньших количествах встречаются янтарная, салициловая, муравьиная и щавелевая кислоты.

Количество и вид органических кислот варьируют в зависимости от вида растения, периода развития растения и региона произрастания плодов. Так, яблочная кислота преобладает в сливах, вишне, винная и яблочная кислоты в винограде, лимонная кислота в томатах, яблочная и лимонная кислоты в фасоли и зеленом горошке. Внутренние области плода содержат большее количество кислот, чем внешние.

Органические кислоты фруктов и овощей важны как для вкуса, так и для сохранности этих продуктов, поскольку кислотность отрицательно влияет на развитие микроорганизмов.

**Дубильные вещества.** Они широко распространены во фруктах и овощах. Фрукты содержат больше дубильных веществ, чем овощи; они имеют характерный вяжущий вкус и встречаются в свободном виде или в сочетании со слизями, белками и т. д.

Дубильные вещества обладают бактерицидным и фунгицидным действием, способствуя тем самым устойчивости растений к атаке микроорганизмов. Под действием кислорода воздуха, а также специфических ферментов дубильные вещества превращаются в темные соединения, обуславливая тем самым потемнение фруктов и овощей.

**Пигменты.** Преобладают во фруктах и овощах : *антоцианы, хлорофилл, каротиноиды.*

*Антоцианы*- пигменты участвуют в формировании цвета и вкуса. Богатые антоцианами соки растений получают из вишни, малины, черной смородины, томатов и др.

*Каротиноиды* содержатся во всех фруктах и овощах, участвуют в образовании желтого, оранжевого и красного цвета. Их много в помидорах, арбузах, шиповнике, красном перце, апельсинах и т. д.

*Хлорофилл* присутствует во всех зеленых растениях и играет важную роль в процессе фотосинтеза. В слабокислой среде и при нагревании хлорофилл теряет из молекулы магний, приобретая серый цвет, характерный для термически обработанных овощей.

**Ферменты.** В овощах и фруктах особенно обнаружены пектолитические ферменты и оксидазы. Пектолитические ферменты производят гидролиз пектиновых веществ. Оксидазы осуществляют окисление большого количества органических веществ. Наиболее интенсивная деятельность протекает в молодых органах растений.

**Вкусовые вещества фруктов и овощей.** Аромат фруктам и овощам придают различные органические вещества, известные как *эфирные масла*. В группу этих веществ входят алифатические, ацетиленовые и ароматические углеводороды, спирты, терпены, альдегиды, кетоны, фенолы, простые и сложные эфиры, органические кислоты, соединения серы и др.

**Витамины.** Фрукты и овощи являются важным источником витаминов.

Витамин В<sub>1</sub> содержится во всех органах растения, а в большем количестве — в семенах и листьях.

Витамин В<sub>2</sub> присутствует в большинстве фруктов и овощей; он входит в состав ферментов, имеющих особое значение в окислительно-восстановительных реакциях.

Витамин В<sub>6</sub> и РР особенно содержатся в семенах.

Витамин С присутствует во всех фруктах и овощах, наибольшее количество которого находится во внешних частях фруктов и овощей.

Витамин А присутствует в овощах и фруктах только в форме провитамина (бета-каротина).

Количество каротиноидных веществ увеличивается по мере созревания овощей.

Витамин D содержится преимущественно в форме провитамина.

Витамин Е синтезируется во фруктах, а затем сохраняется в семенах, действуя как мощный антиоксидант. Витамин Е предотвращает процессы старения.

**Фитонциды.** Эти вещества, обладающие противомикробным действием, имеют особое значение для консервной промышленности. Их наличие облегчает сохранение некоторых пищевых продуктов, позволяя избежать применения сильных термических обработок. Наиболее известными фитонцидами являются: аллицин из чеснока и лука, синигрин из черной горчицы, редиса, хрена и томатин из томата.

## БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

### ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРОИЗВОДИМЫЕ ОВОЩАМИ И ФРУКТАМИ В СВЕЖЕМ ВИДЕ

Сохранность овощей и фруктов в свежем виде обусловлена индивидуальными особенностями овощей и фруктов и условиями хранения.

Овощи и фрукты хранятся в хорошем состоянии, когда они собраны в зрелом состоянии. Недозрелые быстро черствеют, мнутся и легко подвергаются атакам микроорганизмов при хранении. Перезревшие претерпевают изменения даже при транспортировке.

Важным фактором сохранения свежести фруктов и овощей является специфический метаболизм каждого сорта.

Внешними факторами, играющими важную роль в сохранении овощей и фруктов, являются: температура, влажность, содержание кислорода и углекислого газа в окружающей среде.

Овощи и фрукты сохраняются свежими при постоянной низкой температуре. Низкая температура замедляет физиологические процессы, особенно дыхание, и подавляет развитие микроорганизмов.

Высокие температуры способствуют потерям витамина С, что приводит к снижению устойчивости растений к различным заболеваниям.

Влажность воздуха в первую очередь влияет на испарение воды из овощей и фруктов. Чтобы фрукты и овощи оставались свежими, рекомендуется, чтобы влажность воздуха составляла от 85 до 95%.

Избыточная влажность благоприятствует развитию микроорганизмов.

Газосодержание особенно влияет на дыхание. Снижение концентрации кислорода до 10-15% и увеличение количества углекислого газа до 8-13% снижает интенсивность дыхания и удлиняет сроки хранения овощей и фруктов.

### ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРОИЗВОДИМЫЕ ОВОЩАМИ И ФРУКТАМИ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ ПУТЕМ МОЛОЧНОГО БРОЖЕНИЯ

Консервирование путем молочнокислого брожения, также называемое маринованием, особенно применяется к овощам. Молочнокислое брожение углеводов овощей способствует накоплению молочной кислоты, определяющей кислую реакцию среды. Эта реакция предотвращает развитие гнилостных бактерий, которые могут привести к порче овощей.

*Молочнокислое брожение протекает в три фазы:*

*Первая фаза* протекает под действием большого количества микроорганизмов, среди которых преобладают дрожжи. Происходит алкогольное брожение с сильным газовыделением. В это же время начинается молочнокислое брожение, в результате которого образуется около 0,3% молочной кислоты. Оптимальная температура этой фазы 18-20<sup>0</sup>С.

*Далее наступает основная фаза*, в которой преобладает молочнокислое брожение, продолжающаяся 50-60 дней. Количество молочной кислоты достигает около 1,5%. Оптимальная температура этой фазы варьируется в зависимости от продукта. Так, если для капусты температура составляет 18-24<sup>0</sup>С, то для огурцов необходима низкая температура 1-5<sup>0</sup>С. После процесса ферментации в химическом составе происходят глубокие преобразования. Происходит потеря сухого вещества до 50%. Углеводы постепенно превращаются в молочную кислоту. Целлюлоза и пектиновые вещества трансформируются под действием специфических ферментов, в конечном итоге определяющих размягчение продуктов.

**Заключительная фаза** характеризуется постепенным уменьшением количества молочной кислоты в результате развития потребляющих ее микроорганизмов (молочные дрожжи *Oidium* и дикие дрожжи). За счет уменьшения количества молочной кислоты гнилостные бактерии находятся в оптимальных условиях для развития. Таким образом, на этом этапе начинается изменение продуктов. Следует отметить, что витамины хорошо сохраняются в некоторых продуктах, консервированных методом молочнокислого брожения. Так, в квашеной капусте хорошо сохраняются витамин С и витамины группы В. Установлено, что при ошпаривании огурцов перед маринованием в течение 10-15 секунд лучше сохраняется витамин С.

Изменение цвета некоторых продуктов, консервированных при мариновании (например, огурцов), объясняется гидролизом или окислением пигментов хлорофилла и каротиноидов.

## **ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРОИЗВОДИМЫЕ ОВОЩАМИ И ФРУКТАМИ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ**

Заморозка влияет как на ферментативную активность овощей, так и на развитие микроорганизмов. В замороженных овощных продуктах происходит ряд биохимических преобразований, которые вызывают изменения вкуса, цвета и содержания витаминов.

Изменение вкуса происходит главным образом за счет активности ферментов пируваткарбоксилазы и липоксидазы. Расщепляя пировиноградную кислоту карбоксилазой, пируват образует летучие альдегидные и кетонные соединения, которые вызывают появление неприятных вкусов и запахов растительных продуктов.

Под действием липоксидаз из жирных кислот образуются альдегиды и кетоны с неприятным запахом.

Под действием ферментов хлорофиллазы и липоксидазы изменяется окраска овощей и фруктов.

Чтобы сохранить витамины в замороженных продуктах, рекомендуется сохранять фрукты и овощи целыми при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$  и быстро размораживать их при комнатной температуре всего за несколько часов до употребления.

## **ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРОИЗВОДИМЫЕ ОВОЩАМИ И ФРУКТАМИ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ**

Термическая обработка вызывает ряд превращений основных групп веществ в овощах и фруктах.

Чрезмерное тепло отрицательно влияет на растительные белки, снижая их пищевую ценность.

За исключением тиамина, витамины обычно устойчивы к термической обработке. Установлено, что потери витаминов тем ниже, чем выше используемая температура, и они действуют в течение более короткого времени. Это объясняется быстрой инактивацией ферментов окисления под действием высоких температур.

Термической стерилизацией овощей и фруктов добиваются как их сохранности, так и сохранения органолептических качеств и пищевой ценности. В случае недостаточной стерильности или неплотной упаковки существующие микроорганизмы размножаются и изменяют продукцию. Самая серьезная переделка приводит к вздутию крышек емкостей, что делает банки непригодными для использования.

## ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРОИЗВОДИМЫЕ ОВОЩАМИ И ФРУКТАМИ ПОДВЕРЖЕНЫ ОБЕЗВОЖЕНИЮ

Наиболее важные изменения, которым подвергаются обезвоженные овощи и фрукты, предварительно ошпаренные, носят неферментативный характер, поскольку при ошпаривании действующие ферменты инактивируются.

Аскорбиновая кислота и каротин разрушаются при окислении, что приводит к снижению витаминной ценности обезвоженных продуктов. Сохранению аскорбиновой кислоты и каротина способствует снижение влажности продуктов и их хранение при низких температурах и в атмосфере инертного газа.

### ТЕМА: БИОХИМИЯ САХАРА, МЕДА.

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ САХАРА

Сырьем, используемым в нашей стране для производства сахара, является *сахарная свекла*, из которой используется только корень.

На химический состав сахарной свеклы влияют определенные факторы, такие как: сорт свеклы, степень спелости, удобрение почвы, климат, болезни и вредители.



Растворимые органические и минеральные вещества, соединяясь с водой, образуют свекольный сок .

**Сахароза** является основным компонентом сухого вещества сахарной свеклы.

**Инвертный сахар** состоит из равных количеств *глюкозы* и *фруктозы* и происходит из свеклы из сахарозы. Инвертный сахар является нежелательным веществом в сахарной свекле, поскольку вместе с другими несахаридными веществами он препятствует кристаллизации сахара.

**Рафиноза** – это триглицерид, состоящий из *глюкозы*, *фруктозы* и *галактозы*. Накапливается в свекле в течение вегетации в засушливые годы. В технологическом процессе переработки сахарной свеклы рафиноза предотвращает кристаллизацию сахара.

**Органические кислоты** содержатся в сахарной свекле в виде солей. Они разлагаются при переработке сахарной свеклы, придавая соку кислую реакцию.

**Вещества с азотом (аминокислоты, амиды, белки, основания с азотом)** частично удаляются в ходе технологического процесса. Те, что остаются в соке, затрудняют кристаллизацию сахара.

**Растворимые минеральные вещества** в свекле предотвращают кристаллизацию сахара.

**Нерастворимые вещества** в химическом составе сахарной свеклы называются «Мезга» (или «Марка»). В химический состав мякоти входят следующие вещества: *целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества, белковые вещества, сапонины, жиры.*

### **Преобразования, происходящие при силосовании сахарной свеклы.**

Выделяют три периода, в которых технологическое качество сахарной свеклы может претерпевать принципиальные изменения, а именно: период вегетации, период от уборки до переработки.

В эти периоды свекла может претерпевать нежелательные преобразования, такие как: увядание, подмерзание или изменение вследствие нападения микроорганизмов. Все эти нежелательные превращения приводят к потерям сахара и, следовательно, к снижению урожайности.

Как бы хорошо ни хранилась свекла после уборки, потери сахара происходят за счет дыхания. Эти потери можно уменьшить, если принять определенные меры: содержание при низких температурах и предотвращение действия микроорганизмов. Если свеклу хранить не в соответствующих условиях, происходит ее изменение, размягчение тканей. Из свеклы с размягченными тканями нормальные котлеты получить невозможно, это приводит к трудностям технологического процесса и получению сахара темного цвета с матовым видом.

Преобразования, происходящие в ходе технологического процесса. При переработке сахарной свеклы осмофильная и термофильная микрофлора внедряются в насыщенные среды, вызывая заражение настоящих соков и сахарных сиропов. Любое микробное изменение приводит к превращению сахарозы в глюкозу и фруктозу, а они, в свою очередь, превращаются в органические кислоты: молочную, пропионовую, муравьиную, уксусную, масляную, углекислую и водородную.

На практике для определения изменения сахаристой среды достаточно измерить: изменение рН среды, содержание редуцирующих веществ, выделение газов, изменение вязкости.

**Превращения, происходящие в период хранения сахара.** Недостаточная влажность хранящегося сахара, а также относительная влажность воздуха в сахарохранилищах является основным фактором, приводящим к намоканию, слипанию гребней и инверсии сахарозы. Пожелтение происходит, когда на складе поддерживается высокая температура сахара.

## **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЕДА**

**Пчелиный мед** — один из сложнейших по составу натуральных продуктов, в котором обнаружено более *четырехсот различных компонентов*, причем *сто из них являются постоянными* и присутствуют в каждом виде. Химический состав меда не постоянен и зависит от источника сбора нектара, района произрастания нектарных растений, времени сбора, зрелости меда, породы пчел, погодных и климатических условий и др.

В меду содержится множество биологически и физиологически активных веществ, причем в такой форме, которая способствует их наилучшему усвоению.

Содержание **углеводов** в меду достигает 80 % от сухого вещества. Они представлены в основном **моносахаридами** (*глюкозой, фруктозой, трегалозой*) и **дисахаридом сахарозой**.

Свойства моносахаридов определяют основные качества меда — его сладость, питательную ценность, способность к кристаллизации, гигроскопичность и т. д. Глюкоза не гигроскопична, легко кристаллизуется и малосладкая. Фруктоза очень гигроскопична, почти не кристаллизуется, в два раза слаще глюкозы. В закристаллизованном меду фруктоза обволакивает кристаллы глюкозы, сахарозы и других хорошо кристаллизуемых сахаров. Соотношение количества фруктозы к количеству

глюкозы (Ф/Г) в большинстве случаев близко к 1. Чем выше этот показатель, тем меньше мед склонен к кристаллизации.

Из дисахаридов в меду встречаются чаще всего *сахароза и мальтоза*. В цветочном меду содержится до 5 % сахарозы, в падевом — до 10 %, в незапечатанном — 10-15 %. В зрелом меду ее практически не остается, что объясняется процессом инверсии (разложения сахарозы на глюкозу и фруктозу), который продолжается и после запечатывания ячеек с медом. Содержание мальтозы в различных медах составляет в среднем 4-6 % (до 9 %) по отношению к общему количеству углеводов. Мальтоза образуется в процессе созревания меда.

**Ферменты** играют важную роль в процессах образования и созревания меда, а также имеют большое значение для определения его натуральности и качества.

Основным ферментом меда является инвертаза. Под ее влиянием сахароза расщепляется на глюкозу и фруктозу. Инвертаза в меду имеет двойное происхождение: из нектара и пыльцы цветов

и слюны пчел. В сахарный мед инвертаза попадает только из слюны, поэтому ее не хватает для полного расщепления сахарозы.

Чем выше активность инвертазы и дольше срок хранения меда, тем меньше содержится в нем сахарозы. При нагревании меда активность инвертазы снижается, при 80 °С фермент полностью инактивируется. Для ферментов меда оптимальной является температура 37-40 °С. Потеря их активности происходит в присутствии тяжелых металлов (свинца, ртути). Ферменты незрелого меда (водность 24 %) более чувствительны к температурному воздействию, чем зрелого (водность 16-18 %). При переработке зрелый мед целесообразно нагревать до температуры не выше 40 °С не более чем в течение 3-6 часов.

Наиболее изучены амилолитические ферменты меда — альфа- и бета-амилазы (диастазы). Их суммарную активность характеризуют диастазным числом, которое принято выражать в единицах Готе. Амилаза, как и инвертаза, вносится в мед с нектаром растений и секретами слюнных желез пчел. Ее активность считается одним из основных показателей для оценки качества меда, его натуральности. Амилазная активность меда начинает снижаться при 90 °С.

Некоторые виды меда имеют характерные значения диастазного числа. Бело-акациевый мед отличается низкой амилазной активностью. Диастазное число эспарцетового меда колеблется в пределах 0-30 единиц, гречишного — 20-50 единиц. Темные и падевые виды меда имеют более высокую амилазную активность по сравнению со светлыми цветочными.

**Азотистые вещества** содержатся в меду в основном в виде белков и аминокислот. Они попадают в мед из растений вместе с нектаром, пыльцой, а также из организма пчел. Количество азотистых веществ в цветочном меду невелико — 0,08-2,40 %, в вересковом и гречишном оно достигает до 1,0 %, а в падевом меду достигает 10-20 %.

Белковые вещества находятся в меду в коллоидном состоянии. Они наряду с другими коллоидами обуславливают мутность меда и усиливают его вспенивание при разливе, вызывают потемнение при нагревании, а также являются центрами кристаллизации при хранении меда. Белковые вещества меда в основном представлены ферментами.

Содержание свободных аминокислот меда превышает содержание связанных аминокислот в два раза, при этом количество свободных аминокислот в 100 г нектара и меда одинаково. Количество связанных аминокислот в 100 г нектара составляет 1204 мг, а в 100 г меда — всего 85,8 мг.

Основную часть (65-70 %) всех свободных аминокислот в меде составляют пролин и фенилаланин. Содержание остальных 18 свободных аминокислот сильно колеблется в зависимости от ботанического и географического происхождения меда.

**Кислоты.** Во всех медах содержится около 0,3 % органических (глюконовая, яблочная, лимонная, молочная, янтарная, винная, щавелевая, линолевая и др.) и 0,03 % неорганических (фосфорная, соляная) кислот. Они находятся как в свободном состоянии, так и в составе солей и эфиров.

От наличия кислот зависят аромат, вкус меда и его бактерицидные свойства. Кислотность разных медов колеблется от 10 до 80 мэкв/л. Кислоты попадают в мед с нектаром, падью, пыльцевыми зернами, выделениями желез пчел, а также синтезируются в процессе ферментативного разложения и окисления Сахаров.

Около 70-80 % от общего количества свободных кислот составляет глюконовая кислота. Она образуется из глюкозы под действием фермента глюкозооксидазы с выделением перекиси водорода. При забраживании меда в нем появляются молочная и уксусная кислоты.

Содержание всех кислот в меду характеризуется показателем общей кислотности, которую выражают в миллилитрах 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование 100 г меда. Значения общей кислотности медов варьируют от 0,23 до 6,16 мл. Падевый мед превосходит цветочный по общей кислотности.

Кислотность забродившего меда увеличивается за счет образования уксусной кислоты, а в сильно перегретом меде – за счет накопления мурвыиной и левулиновой кислот в результате разрушения оксиметилфурфурола.

Для цветочных медов значение активной кислотности (рН) колеблется от 3,5 до 4,1. Исключение составляет липовый мед, рН которого может быть в пределах от 4,5 до 7. Падевые меды имеют рН от 3,95 до 5,15. Показатель рН очень важен при определении физико-химических свойств меда.

**Витамины** присутствуют в пчелином меде в очень небольшом количестве (табл. 4). Всего в меде обнаружено 11 витаминов — В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>с</sub>, С, РР, Е, Н, К, а также каротин.

Количество витаминов в меде основном зависит от наличия в нем пыльцы. Мед прекрасно сохраняет витамины, в то время как овощи и фрукты при хранении теряют значительную их часть. Кроме того, в присутствии других компонентов меда витамины лучше усваиваются организмом.

**Минеральный** состав меда очень долго не принимали во внимание, поскольку считалось, что минеральные вещества содержатся в нем в крайне незначительном количестве. Действительно, зольность меда невелика: от 0,020 до 1,028 %. В нем обнаружено около 40 макро- и микроэлементов, однако набор их в разных медах различен. В меду содержатся калий, фосфор, кальций, хлор, сера, магний, медь, марганец, йод, цинк, алюминий, кобальт, никель и др. Некоторые микроэлементы находятся в меду в такой же концентрации и в таком же соотношении друг с другом, как и в крови человека. Минеральный состав цветочного меда Сибирского региона представлен в таблице 5.

Минеральные вещества поступают в растения-медоносы из почвы, на которой они растут. Поэтому набор микроэлементов в составе натурального меда значительно варьирует в зависимости от специфики минерального состава почвы в той или иной местности, а также растущих на ней медоносных растений.

По мнению большинства специалистов, суммарная масса минеральных веществ в темных сортах меда больше, чем в светлых. Светлый мед обычно содержит в 4 раза меньше железа, в 2 раза меньше меди и в 14 раз меньше магния по сравнению с темным. Мед, полученный от нескольких медоносов (полифлорные сорта отличается большим разнообразием элементов, чем взятый с одного вида растения (монофлорные сорта). Падевый мед содержит меньше микроэлементов, чем цветочный, но зато некоторые из этих элементов представлены в больших количествах чем во всех остальных типах меда. По разнообразию содержащихся в нем микроэлементов мед превосходит большинство естественных продуктов.

**Красящие вещества** – это растительные пигменты, которые переходят в мед из нектара. Жирорастворимые пигменты, присутствующие в меду (производные каротина, ксантофилла, хлорофилла), придают желтый или зеленоватый оттенок светлоокрашенным медам. Темный цвет меда обусловлен в основном водорастворимыми веществами — антоцианами и танинами. Меланоиды, накапливающиеся при длительном хранении или нагревании меда, также придают ему темно-коричневую окраску. В некоторой степени цвет меда определяется присутствием солей железа, меди и марганца. Состав красящих веществ меда зависит от его ботанического происхождения.

Цвет жидкого меда может варьировать от прозрачного и бесцветного (как вода) до темно-янтарного или черного. В основном это все оттенки желто-янтарного цвета, сходного с цветом карамелизованного сахара, по-разному разбавленного или концентрированного. Так, желто-янтарный цвет меда традиционно используется как цветовой стандарт. Реже встречаются такие цвета меда, как ярко-желтый (подсолнуховый), красноватый (каштановый, дягилевый), сероватый (эвкалиптовый) и зеленоватый (лопуховый).

Когда мед кристаллизуется, он становится светлее по цвету, поскольку кристаллики глюкозы белые. В некоторых районах Восточной и Западной Сибири есть меды «белые, как молоко». В жидком состоянии такие меды прозрачны.

Темные меды больше подходят для промышленного использования, а более светлые продаются напрямую. Во многих странах с большим рынком меда предпочтения покупателей определяются именно цветом меда.

**Ароматические вещества.** Натуральный пчелиный мед обладает специфическим, свойственным только ему медовым ароматом, который может быть хорошо выражен или же завуалирован более сильным цветочным запахом. Если цветочный аромат для каждого вида меда различен, то медовый характерен для всех медов, в том числе и для сахарных. Специфические ароматические вещества образуются из продуктов ферментативных превращений Сахаров, аминокислот, витаминов и других веществ. Заканчивается формирование медового аромата к третьему-пятому месяцу хранения. При длительном хранении и нагревании ферменты инактивируются, в результате чего образование ароматических веществ прекращается.

В настоящее время в меду определено около 200 ароматических веществ. Они представлены главным образом спиртами, альдегидами, кетонами, кислотами и эфирами спиртов с органическими кислотами. Имеются данные об участии в формировании аромата простых Сахаров, глюконовой кислоты, пролина и оксиметилфурфурола.

**Вода.** Содержание воды в меду — это основная аналитическая величина. Зрелый мед содержит от 15 до 21 % воды. Влажность меда зависит от его зрелости, условий хранения, времени сбора нектара, климатических условий в сезон медосбора, соотношения Сахаров, вида тары. В меду с повышенной влажностью создаются благоприятные условия для брожения, что влечет за собой порчу меда. Поэтому влажность меда — один из главных показателей его качества.

**Цветочная пыльца.** Цветочный мед всегда содержит невидимую простым глазом цветочную пыльцу, которая попала в нектар в результате осыпания части пыльников цветка при движении пчелы. Видовой и количественный состав пыльцы, находящейся в меду, зависит также от видового соотношения медоносных растений, строения цветка, размера пыльцевых зерен, породы пчел (индивидуальных особенностей пчелиной семьи).

В 1 г меда содержится в среднем около 3 тыс. пыльцевых зерен. Содержание пыльцы в меду незначительно, она обогащает его витаминами, белками, минеральными веществами. В каждом виде меда содержится не один вид пыльцы, а несколько.

Мед имеет высокую энергетическую ценность — около 1280 кДж (или 308 ккал) на 100 г и хорошую усвояемость. Для сравнения: белый хлеб усваивается организмом человека на 96 %, яйца — на 95,5 %, мясо — на 95 %, молоко и картофель — на 91 %, черный хлеб — на 85 %, а натуральный пчелиный мед усваивается на 100 %.

Благодаря сложному химическому составу мед является ценным пищевым продуктом с непревзойденными вкусовыми и питательными свойствами. Наряду с этим мед обладает также консервирующими и лечебными свойствами.

Пищевая ценность меда обусловлена высокой усвояемостью, энергетической и физиологической ценностью, содержанием биологически активных веществ.

## **ТЕМА: БИОХИМИЯ МАСЛА И ЖИВОТНОГО ЖИРА**

Значительную роль в жизнедеятельности организма играют жиры. Они являются вторыми по значимости после углеводов источниками общей энергии, поступающей с пищей. При этом, обладая максимальным среди энергонесущих нутриентов калорическим коэффициентом (1 г жира дает организму 9 ккал), жиры даже в небольшом количестве способны придать содержащему их продукту высокую энергетическую ценность. Это обстоятельство имеет не только положительное значение, но и является причиной формирования быстрого избыточного поступления калорий при относительно небольшом количестве пищи.

В то же время, физиологическая роль жиров, не сводится лишь к их энергетической функции. Помимо высокой калорийности, биологическая ценность жиров определяется наличием в них жирорастворимых витаминов (А, D, E) и жирных полиненасыщенных кислот. Витамины А и D содержатся в жирах животного происхождения. Особенно много их в печени рыб и морских животных; в растительных маслах преобладает витамин E. Полиненасыщенные жирные кислоты — линолевая и арахидоновая — являются незаменимыми, так как их синтез в организме крайне ограничен. Они выполняют важную роль в обмене веществ: недостаток их в питании отрицательно сказывается на жизнедеятельности организма человека. Жиры являются прямыми источниками или предшественниками образования в организме структурных компонентов биологических мембран, стероидных гормонов, кальциферолов и регуляторных клеточных соединений - эйкозаноидов (лейкотриенов, простагландинов).

Жиры, используемые в питании, не являются химически чистыми веществами, а представляют собой смесь сложного состава. В них, кроме собственно жира, входят белковые и слизистые вещества, пигменты, воски, липоиды и другие вещества, переходящие в жир вместе с растительными и животными тканями при его изготовлении. Некоторые из них (растительный пигмент каротин, фосфатиды) повышают пищевую ценность жира, другие (госсипол) являются веществами токсическими.

Пищевые жиры по происхождению можно разделить на две группы: животные и растительные. К животным жирам относятся коровье масло (сливочное и топленое), а также говяжье, баранье и свиное сало. Наиболее распространенными растительными жирами являются оливковое, подсолнечное, кукурузное, хлопковое и горчичное масла.

Основное отличие растительного жира от животного - большее содержание ненасыщенных жирных кислот (прежде всего олеиновая и линолевая). Так, в подсолнечном масле содержание ненасыщенных жирных кислот составляет более 70%. Среди ненасыщенных жирных кислот отдельно выделяют наиболее важные незаменимые жирные кислоты, такие как линолевая (омега-6) и линоленовая (омега-3) кислоты (сейчас также выделяют омега-9 кислоты, например, олеиновая).

В животных жирах встречаются стеариновая и пальмитиновая кислоты, ненасыщенные жирные кислоты представлены в основном олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами. Физикохимические и химические свойства жиров в значительной мере определяются соотношением входящих в их состав насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

Животные жиры - это природные жиры, вырабатываемые из жировой ткани (жира-сырца) или костей некоторых сухопутных и морских животных, а также рыб. К таким жирам относят, прежде всего, молочный жир (представлен в виде сливочного масла и топленого масла), жир птиц, животных, а также морских млекопитающих и рыб, выработанный различными способами.

## • МАСЛО

Сырьем для изготовления растительных масел служат семена масличных растений (подсолнечника, сои, рапса, клещевины, льна и др.).

Средний химический состав семян масличных, выращенных в нашей стране, представлен в таблице. Вода в наибольшем количестве содержится во внутренней части семян;

В маслянистой части содержится лишь очень небольшое количество, поскольку масло не растворяется в воде.

Липиды — важнейшие вещества в составе маслянистых семян. В химический состав липидов в наибольшем количестве входят смешанные глицериды, содержащие насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. В наибольшем количестве содержатся олеиновая и линолевая кислоты.

Средний химический состав масличных культур (МК)

Индикаторы	Подсолнечник (%)	Рапс (%)	Соя (%)	Клещевина (%)	Лен (%)
МК	9-11	6-8	11-15	6-9	9-11
Масло (жир)	43-20	33-44	16-19	43-50	35-38
Белковые вещества	18-20	25-28	33-36	14-18	25-27
Безазотистые вещества	10-15	17-20	20-27	15-17	20-23
Целлюлоза	13-18	4-6	3-6	15-18	4-5
Минеральные в-ва	2-3	3-5	3-5	2-4	3-4

**Фосфатиды** находятся в связанном виде с углеводами и белковыми веществами, а также в свободном состоянии. Содержание фосфатидов в сырых маслах варьируется в зависимости от природы и условий их производства. Наиболее богаты фосфатидами соевое, рапсовое и подсолнечное масла. Присутствие фосфатидов отрицательно влияет на технологический процесс производства растительных масел, поскольку способствует образованию эмульсий.

Фосфатиды, удаленные из масла, восстанавливаются и используются при производстве маргарина и шоколада.

**Цериды** в большем количестве содержатся в подсолнечном масле, что приводит к его помутнению при хранении.

**Белковые вещества** особенно накапливаются в сердцевине масличных семян. В ходе технологического процесса белковые вещества денатурируются за счет термического и механического воздействия. Они почти полностью переходят в жом, повышая его кормовую ценность.

**Углеводы** содержатся в масличных семенах в небольших количествах по сравнению с липидами и белковыми веществами. Они присутствуют в кожуре и сердцевине в виде гемецеллюлозы, целлюлозы и клейких веществ.

**Красящие вещества** В растительных маслах содержатся: *хлорофилл, каротин и ксантофилл.*

**Антиоксидантные вещества** представлены *токоферолами*, которые благодаря своим свойствам обеспечивают сохранность масел.

### **ПРЕВРАЩЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В СЕМЕНАХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ПОСЛЕ УБОРКИ И ПРИ ХРАНЕНИИ.**

После уборки, если в масличных семенах высокая влажность, происходят физиологические и биохимические процессы, аналогичные тем, что наблюдались в последний период созревания. Скорость этих процессов снижается с уменьшением влажности. Некоторые процессы, происходящие при хранении семян, приводят к их созреванию. В процессе созревания состав и структура семян изменяются, происходит синтез триглицеридов, снижается содержание свободных жирных кислот и перераспределяется влага между ядром и кожурой. За счет перераспределения влаги разница удельных масс между этими двумя компонентами увеличивается, что облегчает отделение шкурок от сердцевины.

Химические и биохимические процессы, происходящие в масличных семенах при хранении, могут быть вызваны: *влажностью, температурой, ферментами.*

В семенах при повышенной влажности ускоряются процессы дыхания, что приводит к их самонагреванию. За счет вырабатываемого тепла усиливается действие ферментов, вызывающих разложение масличных семян.

Ферментами, действующими на жировые вещества, являются: *липазы, липоксидазы, пероксидазы, фосфолипазы, дегидрогеназы.*

Преобразования, производимые ферментами, приводят к гидролизу масел и их окислению с образованием *свободных жирных кислот, альдегидов, пероксидов, кетонов.*

Преобразования в ходе технологического процесса. Под действием высокой температуры обжарки и прессования активность ферментов возрастает, это приводит к гидролизу жиров, денатурации белковых веществ.

Углеводы при температуре выше 126<sup>0</sup>С карамелизуются, способствуя появлению в помеле красноватых или коричневых оттенков.

В процессе экстракции жира было обнаружено, что липаза инактивируется.

### **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЖИРА.**

**Прогоркование** – это сложный биохимический процесс. Факторами, благоприятствующими процессу прогоркания являются: физические (тепло, свет, влажность), химические (кислород, тяжелые металлы), биохимические (ферменты).

Основными превращениями, происходящими в процессе прогоркания являются: гидролиз жиров, окисление жиров, образование альдегидов и кетонов. Эти основные трансформации также связаны с другими вторичными трансформациями, так что процесс становится особенно сложным.

Прогорклые жиры употреблять нельзя, поскольку они содержат токсичные продукты с неприятным вкусом и запахом.

**Жиры животные (Ж. ж.)**, природные продукты, получаемые из жировых тканей животных; представляют собой смесь триглицеридов высших насыщенных или ненасыщенных жирных кислот, состав и структура которых определяют основные физические и химические свойства Ж. ж. При преобладании насыщенных кислот Ж. ж. имеют твёрдую консистенцию и сравнительно высокую температуру плавления (см. табл.); такие жиры содержатся в тканях наземных животных (например, говяжий и бараний жиры). Жидкие Ж. ж. входят в состав тканей морских млекопитающих и рыб, а также костей наземных животных. Характерная особенность жиров морских млекопитающих и рыб — наличие в них триглицеридов высоконепредельных жирных кислот (с 4, 5 и 6 двойными связями). Йодное число у этих жиров 150—200. Особое место среди Ж. ж. занимает молочный жир, которого в масле коровьем до 81—82,5%; в коровьем молоке содержится 2,7—6,0% молочного жира. В состав молочного жира входит до 32% олеиновой, 24% пальмитиновой, 10% миристиновой, 9% стеариновой и др. кислоты (общее содержание их достигает 98%).

Кроме триглицеридов, Ж. ж. содержат глицерин, фосфатиды (лецитин), стерины (холестерин), липохромы — красящие вещества (каротин и ксантофил), витамины А, Е и F. Витамином А особенно богаты жиры из печени морских млекопитающих и рыб. В молочном жире присутствуют, кроме того, витамины К и D. Под действием воды, водяного пара, кислот и ферментов (липазы) Ж. ж. легко подвергаются гидролизу с образованием свободных кислот и глицерина; при действии щелочей из жиров образуются *мыла*.

В организме Ж. ж. играют роль резервного материала, используемого при ухудшении питания, и защищают внутренние органы от холода и механических воздействий (см. также *Жиры*).

Ж. ж. находят широкое применение прежде всего в качестве продуктов питания. Важные пищевые жиры — говяжий, бараний и свиной — получают из жировых тканей рогатого скота и свиней. Из тканей морских млекопитающих и рыб готовят пищевые, медицинские, ветеринарные (кормовые) и технические жиры. Пищевые жиры, перерабатываемые путём гидрогенизации на маргарин (см. *Жиры гидрогенизация*), производят из жировых тканей усатых китов (сейвалы, финвалы и др.). Медицинские жиры, содержащие витамин А и используемые как лечебный и профилактический препарат, получают из печени тресковых рыб: трески, пикши, сайры и др. Ветеринарные жиры предназначаются для подкормки с.-х. животных и птиц и готовятся из тканевых и печёночных жиров рыб и морских млекопитающих. Технические жиры используют в лёгкой, химической, парфюмерной промышленности и в др. отраслях народного хозяйства для обработки кож, выработки моющих и пеногасительных средств и различных кремов и помад. Технический рыбий жир получают преимущественно в процессе производства кормовой муки из различных отходов (голова, кости, внутренности, плавники), из малоценных в пищевом отношении и некондиционных рыб, из некондиционного сырья, получаемого при переработке усатых китов и ластоногих; к техническим относятся также жиры, получаемые из зубатых китов (главным образом кашалотов) и характеризующиеся большим содержанием восков, что делает их непригодными для пищевых целей.

Свойства некоторых животных жиров				
Показатель	Жир			
	говяжий	бараний	свиной	коровий молочный
Плотность при 15 <sup>0</sup> С, кг/м <sup>3</sup>	939-953	937-961	915-923	931-936
Температура плавления, °С	42-52	44-55	30-44	28-36
Йодное число	32-47	35-46	46-66	25-42
Кислотное число	1,1-2,2	1,2-2,2	1,1-2,2	1,2-2,2
Усвояемость, %	73-83	74-84	96-98	92-97

### ЛИПИДЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ ТКАНЕЙ, А ТАКЖЕ ВЫДЕЛЕННЫЕ ИЗ НИХ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ, ПОДВЕРГАЮТСЯ ХИМИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ.

Порчей пищевых жиров называют такое изменение их свойств, в результате которого их невозможно использовать для пищевых целей. Порча жиров обусловлена накоплением в них низкомолекулярных соединений, перекисей, альдегидов, свободных жирных кислот, кетонов и др., что ведет к резкому ухудшению вкусовых свойств продукта. Порча жиров обусловлена гидролитическими или окислительными процессами либо их сочетанием.

**Гидролитические процессы. Гидролиз** — это процесс расщепления молекул глицерида на элементы при взаимодействии с водой. Прежде всего гидролиз протекает во влажных жирах, содержащих такие катализаторы, как липаза, фосфолипаза, сильные органические и неорганические кислоты, а также в результате деятельности микроорганизмов. При гидролизе накапливаются свободные жирные кислоты, о чем свидетельствует рост кислотного числа. С накоплением низкомолекулярных кислот (масляной, валериановой, капроновой) появляются неприятные специфические вкус и запах.

Гидролиз животных жиров, а также растительных масел, в состав которых не входят низкомолекулярные жирные кислоты, не приводит к образованию продуктов со специфическими, неприятными вкусом и запахом, так как в результате этого процесса появляются высокомолекулярные жирные кислоты, не обладающие этими свойствами. Поэтому органолептические свойства таких жиров не меняются при гидролизе, и обнаружить наличие гидролитической порчи возможно лишь путем определения кислотного числа. Однако если в состав жира (молочный, кокосовое и пальмоядровое масла) входят низкомолекулярные кислоты, то они при гидролизе высвобождаются и придают продуктам неприятные вкус и запах.

Различают гидролиз ферментативный и неферментативный. Ферментативный гидролиз в пищевых жирах возникает в основном при несоблюдении условий хранения, при поражении жиров плесенью и дрожжами, вырабатывающими липазу. Рафинированные и топленые жиры в меньшей степени подвержены этим процессам.

Неферментативный гидролиз происходит под действием растворенной в жире воды. Растворимость

воды в жире при комнатной температуре, как правило, не превышает долей процента, что обеспечивает незначительную степень гидролиза жиров. Небольшое каталитическое воздействие на процесс гидролиза оказывают ПАВ, сопутствующие жирам фосфолипиды, моноглицериды и др.

**Окисление жиров.** Окисление жиров атмосферным кислородом приводит к их порче и способствует окислительной полимеризации — высыханию. Ультрафиолетовые лучи ускоряют процесс окисления полиненасыщенных жирных кислот. Повышенная температура, особенно в интервале 40—45 °С, резко увеличивает скорость образования и раст пада гидроперекисей:

В растительных тканях встречается биологический катализатор — липоксигеназа, который катализирует окисление полиненасыщенных жирных кислот. Окисление животных жиров ускоряют производные миоглобина — гемовые пигменты мяса, которые проявляют свою активность даже при 0 °С. Ионы тяжелых металлов также обладают сильным каталитическим действием. Они разлагают перекиси с образованием свободных радикалов.

Для предотвращения и замедления окислительных реакций в жиры вводят антиокислители (антиоксиданты). Действие антиокислителей основано на их способности обрывать цепь окисления. Это действие связано с ликвидацией активных радикалов, с образованием новых, не Принимающих участие в процессах окисления.

В качестве антиокислителей для пищевых жиров применяют производные фенола: ионол, БОА — бутилоксианизол, БОТ — бутилокситолуол, эфиры галловой кислоты. Это синтетические вещества. При их введении в количестве 0,01% стойкость жиров к окислению увеличивается в 10 раз.

Из природных антиокислителей имеют значение токоферолы, сезамол кунжутного масла, госсипол хлопкового масла, фосфолипиды.

Вещества, усиливающие активность или продолжительность действия антиокислителей, называют синергистами. Действие синергистов обусловлено способностью дезактивировать ионы металлов переменной валентности: меди, кобальта, марганца, железа. Наиболее активными синергистами являются соединения, образующие с ионами металлов стабильные, не участвующие в окислительных процессах комплексные соединения — комплексоны. К ним относят некоторые окси- и аминокислоты, а также производные фосфорной и фосфоновой кислот. Наибольшее применение в качестве комплексонов получили лимонная, аскорбиновая, щавелевая, винная и некоторые другие кислоты. Их широко применяют в производстве маргарина и майонеза.

**Прогоркание жиров.** Это сложный процесс, начальной стадией которого является ферментативный гидролиз. При этом накапливаются свободные низкомолекулярные жирные кислоты, придающие жирам прогорклый вкус. Дальнейшее изменение связано с накоплением в жирах короткоцепочечных альдегидов и кетонов, являющихся вторичными продуктами окисления гидроперекисей, которые не только усиливают прогоркание, но и придают жирам дополнительные неприятные вкусовые оттенки. Так, смесь шести и десяти углеродных альдегидов придает жиру вкус «сильно поджаренный». Примесь альдегидов С<sub>6</sub>—С<sub>11</sub>, образующихся при разложении гидроперекисей в процессе гидрогенизации, придает специфический запах саломаса.

В ненасыщенных жирах преобладают альдегиды, а в жирах с небольшим количеством ненасыщенных

кислот — кетоны. Окисление альдегидов и кетонов ведет к появлению у жиров неприятного резкого запаха.

Прогорклые растительные масла типа оливкового, в составе которых преобладает олеиновая кислота, имеют выраженный олеиново-кислый или альдегидный запах, который обуславливают в основном муравьиный, гептиловый, нониловый, уксусный альдегиды. Прогорклые масла типа макового с преобладанием полиненасыщенных кислот имеют запах олифы.

**Осаливание жиров.** Происходит при резком повышении температуры плавления и твердости жира. Этот процесс связан с окислением ненасыщенных жирных кислот и накоплением главным образом окси-, полиокси-, эпоксисоединений. При этом растительные масла и маргарин приобретают специфический вкус сала. Процесс осаливания ускоряется с повышением температуры и под воздействием солнечного света. Осаленные жиры имеют запах стеариновой свечи. Порча жира сопровождается не только изменением глицеридов, но и сопутствующих веществ. Например, обесцвечивание растительных масел при осаливании связано с окислением каротиноидов.

Темный цвет масел, полученных из семян, пораженных плесенью, обусловлен окислением микотоксинов. Темная окраска хлопкового масла обусловлена наличием в нем продуктов окисления госсипола. Порча жира сопровождается реакциями деструкции и полимеризации. Деструкция фосфодитилхолина с образованием триметиламина вызывает у осаленных жиров селедочный запах.

Многие продукты окисления жиров являются токсичными для организма. Установлено, что токсичность окисленных жиров обусловлена высокой химической активностью продуктов их окисления, И в первую очередь свободными радикалами, перекисями, карбонильными соединениями. Гидроперекиси легко усваиваются организмом. В опытах на животных было установлено, что вскоре после всасывания гидроперекиси обнаруживаются в печени и в жировой ткани. Наиболее токсичной является гидроперекись линолевой кислоты. Воздействие на организм продуктов окисления губительно: они задерживают развитие растущего организма, могут способствовать образованию злокачественных опухолей.

**Образование штаффа.** На поверхности сливочного масла или маргарина образуется полупрозрачный темноватый слой — штафф, имеющий своеобразный запах и неприятный горьковатый вкус, в результате одновременного протекания окислительных, гидролитических, микробиологических и физических процессов.

Окисление липидов, обуславливающее образование штаффа, проявляется в соотношении жирных кислот: снижается содержание низкомолекулярных и ненасыщенных, одновременно увеличивается содержание стеариновой и пальмитиновой кислот, накапливаются перекисные соединения. Кроме того, накапливаются карбонильные соединения, которые обуславливают неприятные вкус и запах штаффа. В результате гидролиза и окисления снижается количество триглицеридов, увеличивается содержание моно-, диглицеридов и свободных жирных кислот.

Микробиологические процессы проявляются как ряд превращений ферментативного характера в результате жизнедеятельности протеолитических и психротрофных бактерий.

Одновременно с изменением липидов происходит распад белковых веществ. В результате повышается

дисперсность белка, усиливается поглощение цвета, сопровождаемое потемнением штаффного слоя.

Для предупреждения развития Штаффа сливочного масла и маргарина используют газо-, влаго-, паронепроницаемые упаковочные полимерные и комбинированные материалы.

**Высыхание жиров.** Это способность жидких, в основном растительных, масел полимеризоваться в присутствии кислорода воздуха. При высыхании на поверхности масла образуются упругие прочные пленки, с течением времени утолщающиеся. Вещества, образующие такие пленки, называются оксинами. Они представляют собой продукты окислительной полимеризации жирных кислот молекулы триглицерида.

## ТЕМА:БИОХИМИЯ ПИВА И ВИНА.

### • ПИВО

Сырьем, используемым при производстве пива, являются: *ячмень, вода и хмель.*

**Ячмень.** Он представляет собой основное сырье для пивоварения. Он относится к семейству злаковых и имеет початок с зернами, расположенными в два ряда (яровой ячмень) или в 4 ряда (осенний ячмень).

Для производства пива предпочтителен яровой ячмень, поскольку по сравнению с осенним он имеет более высокое содержание крахмала и меньшее содержание белка.

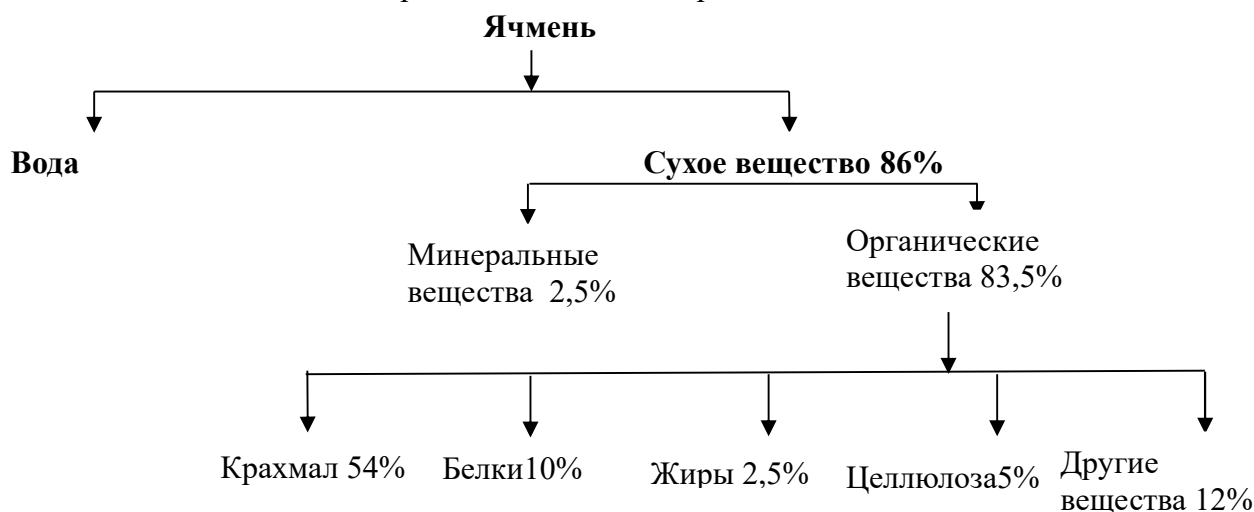
Химический состав ячменя меняется в зависимости от почвенно-климатических условий. Хороший пивоваренный ячмень должен соответствовать среднему химическому составу, указанному в схеме.

**Вода.** Содержание воды в ячмене не должно превышать 14%, так как при хранении ячмень нагревается и приобретает затхлый запах.

**Крахмал** определяет ценность ячменя для пива. Под действием амилазы он превращается в ферментируемую мальтозу и декстрины.

**Белковые вещества** влияют на технологический процесс и качество пива. В ячмене белковые вещества находятся большей частью в виде высокомолекулярных белков и лишь незначительная часть в виде продуктов распада (аминокислоты, амиды, аммиак и др.).

Средний химический состав ячменя, пригодного для пивоварения



**Белки** ячменя представлены: *глютелинами, проламинами, гилобулинами* и др. Ячмень с содержанием белковых веществ более 12% трудно солодится. Особое значение имеет качество белков ячменя. Установлено, что серосодержащие белки дают пенистое пиво, устойчивое к хранению. Жиры ячменя содержат 80% нейтральных жиров, остальное — свободные жирные кислоты, воски и т. д. Они не попадают в пиво, а сильно отделяются и переходят в борхот.

**Целлюлоза** обнаружена в покровах ячменного зерна. Она нерастворима в воде и переходит в кипящую воду.

**Минеральные вещества** образуются преимущественно из фосфатов калия, кальция и магния.

**Ферменты** в зерне ячменя их меньше, большая часть образуется при прорастании.

**Вода**, используемая для варки пива, должна с бактериологической точки зрения соответствовать питьевым условиям стандарта и иметь определенное содержание солей. Общее количество микробов в воде не должно превышать 20/мл, а кишечной палочки – 3/л. Среди солей в воде наибольшее значение имеют: бикарбонаты, сульфаты, хлориды, нитриты, нитраты, сульфиды металлов, кальций, железо, магний, калий, натрий и др.

Наличие солей в воде играет важную роль в процессе соложения и пивоварения. Таким образом, вода, содержащая углекислый натрий, полезна для смягчения ячменя, поскольку она извлекает из лузги горькие, дубильные и красящие вещества, улучшая качество солода.

При изготовлении светлого пива показаны воды, содержащие сульфат кальция, а для темного пива предпочтительны воды, содержащие щелочные карбонаты. Для приготовления пива нельзя использовать воды, содержащие хлор, небольшое количество аммиака, азотной кислоты, органические вещества и вредные микроорганизмы.

**Хмель.** Это многолетнее растение со свисающим стеблем. Его выращивают ради женских цветков, известных как шишки хмеля.

Средний химический состав шишек хмеля следующий.

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| - Вода 12%                 | - Летучие масла 0,5%                        |
| - Щелочные вещества 7,5%   | - Эфирный экстракт 18,3%                    |
| - Целлюлоза 13,3%          | - Дубильные вещества 3,0%                   |
| - Азотистые вещества 17,5% | - Безазотистые экстрактивные вещества 28,5% |

Специфические компоненты хмеля (смолы, горькие кислоты, дубильные вещества и эфирные масла) содержатся в желтом порошке, который находится в шишке хмеля и называется лупулин.

Смолы и горькие кислоты придают пиву приятный горьковатый вкус, а также способствуют поддержанию пены и сохранности пива.

**Дубильные вещества** из хмеля вмещиваются при кипячении суслу с помощью хмеля в осаждение белковых веществ.

**Летучие масла** или эфирные придают пиву специфический и приятный аромат.

**Химический состав пива** сильно зависит от сорта пива.

Характеристики пива, выпускаемого в нашей стране, представлены в таблице.

ИНДИКАТОРЫ	Светлое пиво	Коричневое пиво особенный
Концентрация сусле, в г пива, минимальная	12,0	16,0
Концентрация спирта, в %, не менее.	3.3	4.0
Фактическая вытяжка, в %, не менее.	6.0	8,5
Общая кислотность (мл раствора NaOH 0,1 н на 100 мл пива), максимум.	3,5	4,8
Цвет (раствор йода 0,1 нмл на 100 мл пива), минимум.	4.0	4.0
Углекислый газ, г, на 100 мл пива, не менее.	0,34	0,34

## • ВИНО

**Химический состав винограда** варьирует от сорта к сорту и от года к году в пределах одного и того же сорта. Виноград состоит из гроздей и ягод, а также ягод из кожицы, сердцевинки и семян.

Средний химический состав винограда можно увидеть в таблице.

Вода влияет на концентрацию сахара в сусле. Содержание воды зависит от климатических факторов, степени зрелости и здоровья винограда.

**Сахара.** В винограде преобладают *фруктоза и глюкоза*. *Арабиноза и сахароза* встречаются в небольших количествах.

*Глюкоза и фруктоза* являются непосредственно ферментируемыми сахарами, сахароза сбрасывается только после гидролиза.

**Органические кислоты** из винограда они образуются путем частичного окисления сахаров. Важнейшими органическими кислотами являются: *яблочная, винная и лимонная*.

Таблица 14

### Средний состав винограда

Элементы, компоненты	связка	Чистить	Основной	семя
Вода	53-78	58-80	59-91	24-51
Сахар	следы	следы	следы	следы
Винная кислота	0,07-0,3	0,01-0,02	0,5-1,0	следы
Яблочная кислота	0,06-0,3	следы	0,2-1,6	-
Таниновые вещества	1-5,6	0,3-4	следы	2,5-8
Азотистые вещества	1,4-2,0	1,8-2,2	0,3-0,5	4,5-6,3
Жиры	-	0,08-0,1	-	7.5-16
Целлюлоза	4-5,5	3-4	следы	25-29
Безазотистые экстрактивные в-ва	19-22	18-22	10-40	17-21
Минеральные в-ва	1-2,2	0,5-1,0	0,2-0,5	1-2,2

*Яблочная кислота* содержится в больших количествах во время формирования зерна и ее содержание снижается после начала созревания. Она не исчезает полностью даже у перезревшего винограда. В небольших количествах яблочная кислота придает винам приятную фруктовость. После окончания алкогольного брожения, яблочная кислота в вине разлагается под действием молочнокислых бактерий, получая кислотность и углекислый газ.

*Винная кислота* содержится во всех зеленых частях растения как в свободной форме, так и в виде солей. При технологической зрелости винограда винная кислота частично нейтрализуется с образованием тартратов. Соли винной кислоты частично растворимы в воде и мало растворимы в спирте. При низких температурах откладываются соли винной кислоты. Винная кислота соединяется с винным этиловым спиртом, образуя сложные эфиры. Эфиры наряду с другими соединениями способствуют формированию букета вина.

*Лимонная кислота* присутствует как в соке, так и в других частях зерна. Содержание лимонной кислоты не меняется в процессе эволюции винограда и вина.

Органические кислоты играют важную роль в получении качественного вина, поскольку помогают растворять красящие вещества из кожицы, способствуют и стимулируют размножение дрожжей, придают вину свежесть и помогают формировать винный букет.

**Танин** отрицательно влияет на качество вина, придавая ему горьковатый и резкий вкус.

**Азотистые вещества** в большом количестве содержатся в винограде, пораженном микроорганизмами. В сусле органический азот содержится в виде аминного азота, полипептидов, пептонов, аминокислот, аммиачного азота. Когда брожение происходит быстрее, образуется большее количество аммиачного азота, который помогает развитию дрожжей.

**Красящие вещества** содержатся в кожуре винограда и в основном состоят из антоцианов. Они растворимы в спирте и менее растворимы в холодной воде, легко окисляются, превращаясь из красных в коричневые.

**Основные минеральные вещества**, содержащиеся в сусле: сульфат и фосфат калия, хлорид калия, натрий, магний и кальций.

**Витамины** содержатся в небольших количествах. Были выявлены следующие витамины: С, В1, В2, В6, В12, РР, А, биотин и др.

## БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

### • ПИВО

**Пиво** — слабоалкогольный напиток, получаемый путем сбраживания солодового сусла, ароматизированного хмелем.

Производство пива включает три основных этапа:

-*производство солода (проращивание и сушка),*

-*получение солодового сусла*

-*сусло-брожение.*

**Проращивание.** Это сложный биологический процесс, целью которого является образование ферментов, необходимых для гидролиза запасных веществ в эндосперме зерна ячменя. При проращивании образуются ферменты: амилазы ( $\alpha$  и  $\beta$ ), протеазы, цитоза, оксидазы, липазы, фосфатазы. Амилазы катализируют гидролиз крахмала до мальтозы и декстринов.

Протеазы гидролизуют белки до альбумоз, пептонов, полипептидов, достигая аминокислот.

Цитоза разлагает гемицеллюлозу и растворяет клеточные стенки зерна.

Оксидазы катализируют дыхательный процесс эмбриона.

Липазы гидролизуют жиры до спиртов и жирных кислот.

Фосфатазы выделяют фосфорную кислоту из соединений с органическими веществами.

**Сушка солода.** Это делается с целью прервать проращивание, удалить лишнюю влагу и получить характерный для солодовой мочи аромат и цвет. Сухой солод определяет качество и вкус пива.

При сушке протекают процессы: физические (до 45<sup>0</sup>С), ферментативные (от 45<sup>0</sup>С до 70<sup>0</sup>С) и химические (от 70 до 105<sup>0</sup>С).

На ферментативной фазе амилолитические и протеолитические ферменты, вырабатываемые во время прорастания, дополнительно гидролизуют сахара и белки до простых сахаров и аминокислот.

Простые сахара и аминокислоты соединяются на химической фазе, образуя продукты конденсации, называемые меланоэйдинами, которые придают солоду специфический цвет и аромат.

Получение пивного сусла достигается путем перевода компонентов солода в раствор после их превращения ферментами в растворимые вещества. Процессы ферментативного гидролиза протекают более интенсивно, чем при проращивании, если они осуществляются в водной среде при оптимальных температурах и кислотности. Протеолитические ферменты действуют при температуре от 48 до 50<sup>0</sup>С и при рН от 4,3 до 5.

Амилоидные ферменты действуют при температуре 65-70<sup>0</sup>С и рН 4,4-5.

За счет фосфорной кислоты, аминокислот и других органических кислот, образующихся при производстве солодового сусла, снижается рН.

Солодовое сусло подвергают кипячению с хмелем после перехода в раствор из хмеля горьких, антисептических и ароматических веществ. Одновременно осуществляют концентрирование сусла, коагуляцию белков сусла, разрушение ферментов и стерилизацию сусла. Все эти преобразования оказывают большое влияние на вкус и стабильность пива.

**Ферментация сусла.** Это сложный биохимический процесс, заключающийся в превращении сбраживаемых сахаров с помощью ферментного комплекса зимазы в спирт и углекислый газ.

По характеру используемых дрожжей и температуре брожения различают два типа брожения, а именно: верхнее или высокое брожение, которое проводится при температуре 10-25<sup>0</sup>С, и нижнее или низкое брожение, происходящее при температуре 10-25<sup>0</sup>С.

Процесс ферментации происходит в две фазы: *первичная (основная) фаза ферментации и вторичная (окончательная) фаза ферментации.*

Брожение **первичная** характеризуется сильным выделением углекислого газа в результате превращения сбраживаемых сахаров в спирт и углекислый газ. На процесс брожения влияют температура, концентрация сбраживаемого сахара в сусле, а также количество и качество дрожжей.

**Вторичная** ферментация происходит после первичной ферментации и протекает медленнее из-за меньшего количества сбраживаемых сахаров, остающихся в пиве. В ходе вторичного брожения пиво насыщается углекислым газом, становится прозрачным, матовым, вкус становится приятным и гладким. На аромат и букет пива влияют высшие спирты и сложные эфиры, образующиеся во время брожения.

При неправильном ведении технологического процесса варки пива могут появиться дефекты физической, химической и биологической природы, вызывающие помутнение или опалесценцию, а также изменение вкуса и походки. В большинстве случаев нарушения появляются из-за сочетания белков и танина.

## • ВИНО

**Вино** – алкогольный напиток, получаемый в результате брожения виноградного сусла. В процессе ферментации в виноградном сусле происходит ряд биохимических и физико-химических процессов. Важнейшие биохимические процессы происходят при спиртовом брожении.

**Алкогольная ферментация.** Она производится под каталитическим действием ферментов, секретлируемых дрожжами. Дрожжи, используемые в виноделии, относятся к видам: *Saccharomyces apiculatus*, *Saccharomyces ellipsoideus*, *Saccharomyces oviformis* и др.

Для брожения виноградного сусла используются отборные дрожжи, обладающие высокой ферментационной силой. На развитие дрожжей влияют такие факторы, как: температура, кислород, рН, концентрация спирта и т. д.

Ферментация проходит в две фазы: *первичная и вторичная*.

**Первичная ферментация.** Большая часть сахара превращается в спирт и углекислый газ — основные продукты спиртового брожения. Кроме них образуются также глицерин, альдегиды, янтарная кислота, летучие кислоты, высшие спирты, сложные эфиры и т. д. Окрашенные вещества, малорастворимые в воде, должны растворяться при образовании этилового спирта. Ряд веществ претерпевает превращения вследствие накопления этилового спирта. При этом выпадают битартрат калия, белковые вещества, пектиновые вещества, дубильные вещества.

**Вторичная ферментация.** Последние остатки сахара ферментируются, битартрат калия выпадает в осадок, а остальные вещества в суспензии откладываются, и вино становится прозрачным. После ферментации вина подвергаются операциям кондиционирования (измельчению, склеиванию, фильтрации и т. д.), целью которых является улучшение качества, повышение стабильности и доработка.

## БОЛЕЗНИ ВИНА

В некоторых случаях вина подвергаются трансформациям под действием микроорганизмов, которые приводят к появлению неприятного запаха и вкуса. Аэробные или анаэробные микроорганизмы приводят к болезни вина. К заболеваниям, вызываемым аэробными микроорганизмами, относятся:

**Цветение вина** является наиболее распространенным заболеванием слабоалкогольных вин и проявляется в виде белых пятен матового и маслянистого вида, которые по мере прогрессирования заболевания распространяются на всю поверхность вина: болезнь вызывается *Mycoderma vini*, *Torula richia*, и т. д.

**Кислотность вина** — самое опасное заболевание, оно возникает в слабоалкогольных винах, особенно летом, и вызывается уксусными бактериями, окисляющими этиловый спирт в вине, превращая его в уксусную кислоту.

Заболеваниями, вызываемыми анаэробными микроорганизмами, являются:

**Манитическая ферментация** приводит к помутнению вина, изменению его цвета и вкуса. Благодаря маните вина имеют кисло-сладкий вкус. Бактериями, вызывающими маннитное брожение, являются: *Bacterium mannitovorum*, *Bacterium intermedium*, *Micrococcus acidovorax*;

**Приторность или вытяжка вина** наблюдается в новых винах с низкой кислотностью и слабой крепостью алкоголя. Вино теряет гладкость, становится вязким и маслянистым, с сухим вкусом. Заболевание вызывается *Bacillus viscosus vini*;

**Малолактическая ферментация** заключается в превращении яблочной кислоты в молочную кислоту и углекислый газ. Заболевание могут вызывать микроорганизмы: *Bacterium mannitovorum*, *Bacterium gracile*, *Bacterium intermedium*, *Micrococcus acidovorax* и др.

## ТЕМА: ОКИСЛЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ. МЕТОДЫ ЗАМЕДЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

*Все продукты питания имеют животное или растительное происхождение и поэтому не могут долго храниться в натуральном виде. Оставленные на "произвол судьбы" продукты быстро портятся - иногда буквально за несколько часов. Для решения этой проблемы были разработаны различные методы.*

Чтобы научиться продлевать срок хранения продуктов питания в упаковке, необходимо понять механизмы их порчи. Продукт может испортиться по трем причинам.

**1. Внутреннее биологическое (биотическое) ухудшение** качества связано с биологическими функциями, которые продолжают действовать даже после снятия урожая. Фрукты и овощи продолжают созревать и "дышать". В свежем мясе продолжают протекать процессы, связанные с живой тканью. Например, миоглобин, придающий мясу красный цвет, продолжает взаимодействовать с атмосферным кислородом. В ряде случаев внутренние биологические факторы используются во благо. Например, фрукты часто срывают зелеными или твердыми; окончательное созревание - контролируемый процесс, допустимый на пути к рынку. Однако после перехода определенной критической точки вся биологическая активность приводит к порче и утрате продукта.

**2. Внешнее биологическое (биотическое) ухудшение** качества - это результат работы микроорганизмов. То, что едим мы, является пищей и для других организмов. В большинстве продуктов питания есть плесень, бактерии и дрожжи. Как правило, они безвредны или даже полезны, однако в некоторых случаях могут быть смертельными.

**3. Абиотическое ухудшение** качества обусловлено изменениями химического или физического характера, которые не зависят от биологического агента. Например, атмосферный кислород вступает в химические реакции (окисления) со многими веществами. Витамин С окисляется и теряет свои питательные свойства. Окисленные растительные и животные масла имеют прогорклый вкус - частично из-за наличия продукта окисления в виде масляной кислоты.

### **Запахи, влага, температура**

Восприятие вкуса тесно связано с чувством обоняния. То, что мы воспринимаем как запах или аромат, обусловлено наличием сложных летучих соединений, часто называемых "эфирными маслами" или "сенсорно-активными агентами". Будучи летучими, они легко утрачиваются. Необходимо прилагать все усилия, чтобы эфирные масла, характерные для данного продукта, не улетучивались в результате испарения или окисления.

Неприятные запахи могут проникнуть в продукты извне. Некоторые продукты, например, шоколад, сахар, являются настоящими "промокашками" для любых рассеянных летучих частиц в атмосфере. Поглощение нежелательных частиц даже в микроколичествах может вызвать неприятный запах или привкус. Источником нежелательного запаха нередко становятся плохо высушенные или затвердевшие краски и клеи. Летучие газы могут проникнуть в упаковочные материалы и сделать проблему загрязнения еще более серьезной.

Пары влаги, подобно эфирному маслу, легко проникают во многие упаковочные материалы. Недостаток или избыток влаги также может стать ухудшающим фактором. Например, сухие завтраки теряют свои свойства при избытке влаги, а пирожное - при ее потере.

Создание упаковочных систем с высокими барьерными свойствами является частичным ответом на возрастающий спрос на упаковку, которая либо удерживает необходимые газы и летучие вещества, либо препятствует проникновению нежелательных летучих частиц.

Температура может стать источником изменений абсолютного характера. Чаще всего - необратимых изменений при замораживании некоторых фруктов. Хрупкая оболочка клеток фруктов пробивается

при образовании кристаллов льда, и фрукты теряют полезные свойства.

### **Микроорганизмы**

Сохранение продуктов питания чаще всего зависит от контроля над микроорганизмами, существующими в различной форме. Бактерии - это одноклеточные микроскопические организмы, которые размножаются делением на две идентичные клетки. Бактерии растут экспоненциально и могут делиться каждые 20 минут. Некоторые особи могут образовывать споры, которые очень трудно убить. Плесень или грибки - это многоклеточные и одноклеточные организмы, похожие на растения. Они не способны вырабатывать хлорофилл или углеводороды. Наоборот, они зависят от внешних источников питания. Плесень образует нитевидную разветвленную культуру, называемую "мицелием", и размножается спорами. Дрожжи - это одноклеточные микроорганизмы, которые размножаются почкованием. Распространение плесени и дрожжей (грибков) происходит медленнее, чем рост бактерий из-за различия в способах размножения.

Подобно любому другому живому существу, все микроорганизмы имеют наиболее благоприятную среду для своего обитания и распространения, и существуют среды, в которых они не могут обитать. Микроорганизмы могут контролироваться или устраняться путем изменения четырех основных экологических факторов, регулирующих их рост, а именно: температуры, влажности, кислотности (рН) и источника питания.

Микроорганизмы часто классифицируются по наиболее благоприятной для них среде размножения. Наиболее важными группами являются:

- 1) мезофильные организмы (предпочитают обычные условия окружающей среды, 20-45°C);
- 2) психрофильные микроорганизмы (предпочитают прохладу: 0-20° C);
- 3) термофильные микроорганизмы (предпочитают высокие температуры: 40-65° C);
- 4) аэробные микроорганизмы (распространяются лишь в присутствии кислорода);
- 5) анаэробные микроорганизмы (распространяются при отсутствии кислорода).

### **Увеличение срока хранения продуктов**

Существует шесть основных методов увеличения срока хранения продуктов, которые могут использоваться по отдельности или в сочетании друг с другом:

- 1) *снижение температуры;*
- 2) *термообработка;*
- 3) *уменьшение содержания воды;*
- 4) *химические консерванты;*
- 5) *изменение атмосферы (освобождение от кислорода);*
- 6) *облучение.*

Каждый метод может заменить естественное биологическое созревание и порчу продукта питания, ослабить биологическую активность или не допустить химической активности, приводящей к абиотической порче. Для каждого метода требуются свои комбинации упаковочных материалов и технологии.

### **Холод для мяса, рыбы и птицы**

Снижение температуры ниже температуры окружающей среды дает много положительных эффектов,

приводящих к удлинению срока годности продуктов питания. Подобный метод замедляет химическую активность, движение летучих частиц и ослабляет или приостанавливает биологическую активность. Наибольший эффект достигается при замораживании. Бактерии и грибки прекращают рост примерно при  $-8^{\circ}\text{C}$ , а при  $-18^{\circ}\text{C}$  прекращается химическая активность и деятельность микроорганизмов. Кристаллы льда образуются при диапазоне температур от 0 до  $-5^{\circ}\text{C}$ . Они могут пробивать стенки клеток, разрушая ткань многих фруктов и овощей. Быстрое замораживание уменьшает риск этого разрушения. Мясо - идеальная для микроорганизмов среда, поскольку оно содержит все необходимые питательные вещества для их роста. Кроме того, жировая ткань восприимчива к окислению, и вся масса может обезвоживаться.

Снижение температуры замедляет активность микроорганизмов, процесс испарения и химические реакции, связанные с окислением. При температуре  $0^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 85 % говяжьей туши могут храниться примерно 21 день. Свинина и баранина сохраняются лишь 14 дней. Говядина в виде нарубленных кусков на витрине, имеющей температуру  $5^{\circ}\text{C}$ , хранится один-два дня. Правильный выбор упаковки и условий хранения нарубленных кусков мяса в точке розничной торговли может увеличить срок хранения до 10 дней.

Очень важным фактором маркетинга является ярко-красный цвет мяса, ассоциирующийся со свежестью. Различные оттенки красного связаны с состоянием окисления миоглобина. Свеженарезанная говядина обычно имеет пурпурно-красный цвет благодаря небольшому дефициту кислорода. Обработка контролируемым количеством кислорода придает оксимиоглобину ярко-вишневый цвет, столь любимый потребителями. Это значит, что в действительности оба состояния окисления безвредны, но потребителям больше нравится ярко-красный цвет. Поэтому упаковщики используют полимерные пленки, которые допускают проникновение безвредного количества кислорода, для создания привлекательного внешнего вида свежего мяса.

### **Сохранение рыбы - очень сложная задача. Здесь возникают следующие проблемы.**

1. В рыбе могут присутствовать психрофильные бактерии.
2. Рыбий жир чаще всего не насыщен и легко окисляется.
3. Обычные рыбные протеины не являются настолько стабильными, как протеин красного мяса.

Охлаждение не влияет на активность психрофильных бактерий в такой степени, как на мезофильные типы, и поэтому возможности сохранения качества свежей рыбы являются ограниченными. В целях обеспечения контроля за психрофильными бактериями замороженная рыба обычно хранится при более низких температурах ( $-30^{\circ}\text{C}$ ), чем другие замороженные продукты питания.

Условия хранения в холодильнике могут вызвать сублимацию льда и серьезное обезвоживание продукта питания, называемое "холодильным ожогом". Плотная прилегающая упаковка с хорошим барьером влажности и минимальным свободным воздушным пространством уменьшит обезвоживание при хранении в холодильнике. Во избежание образования льда внутри упаковки и обезвоживания продукта желательное полное заполнение упаковки.

Упаковки для замороженных продуктов питания должны изготавливаться из материалов, которые сохраняют гибкость при температурах замерзания, обеспечивают защиту от влаги и плотно прилегают к продукту. Когда в качестве элемента упаковки используется картон, он должен быть обильно

парафинирован или покрыт полиэтиленом в целях защиты от влаги, неизбежно присутствующей в процессе замораживания.

### **Фруктово-овощная продукция**

Как мы говорили выше, после сбора урожая фрукты и овощи продолжают "дышать" и созревать. Кроме того, они содержат большое количество воды и вянут при излишнем обезвоживании. Нет двух похожих друг на друга плодов и овощей, и скорость биологических и абиотических изменений зависит от конкретного экземпляра. Горошек, зеленые бобы и овощи, имеющие листья, "дышат" гораздо быстрее, чем яблоки, апельсины и груши. Картофель, свекла и морковь "дышат" медленно, и поэтому их легко хранить. Салат гораздо быстрее теряет влагу, чем свекла, - из-за большой площади поверхности.

Большинство фруктов имеют оптимальную температуру созревания (обычно около 20° С) и пороговую температуру, препятствующую ему. Очень немногие фрукты будут созревать при температуре ниже 5° С. В соответствии с эмпирическим правилом, снижение температуры на 10° С втрое увеличит срок хранения продукта (при условии недопущения замораживания). Замораживание некоторых овощей и фруктов приводит к разрушению структуры клеток, и после размораживания они очень быстро портятся. Рост и созревание фруктов и овощей контролируются различными гормонами и газами. Скорость "дыхания" может быть снижена за счет увеличения количества углерода и уменьшения количества кислорода, но тем не менее какое-то количество кислорода должно всегда присутствовать для сохранения жизни плода. Эти технологии используются при упаковке в измененной атмосфере.

Этилен, выделяемый растительными тканями, связан с созреванием многих видов фруктов, и контроль его содержания в упаковке эффективно используется для замедления или ускорения процесса созревания. Бананы являются особенно чувствительными фруктами и сохраняются в зрелом, но зеленом состоянии в течение шести месяцев в атмосфере, содержащей 5 % кислорода и 3 % углерода, но при отсутствии этилена (остальные 92 % приходятся на азот). Бананы будут нормально дозревать, если их поместить в условия, содержащие этилен в доле порядка нескольких частей на миллион.

Контроль за атмосферой и температурой является ключевым условием для увеличения срока хранения свежего продукта. Упаковка овощей и фруктов должна создаваться с учетом конкретных потребностей, и здесь необходимо идти на компромисс. Идеальная влажность для этих продуктов составляет около 90 %. При таком уровне влажности усиливается рост бактерий и грибов. Кроме того, заваренные пластиковые пакеты (мешки) подвергаются конденсации и увлажнению. Эти факторы лишь усугубляют проблему. Компромиссом во многих случаях может стать использование перфорированных пластиковых оберток или оберток с отверстиями. Это позволяет продукту "дышать", но при известном риске загрязнения и потери влаги. Другим решением является выбор пленочных упаковочных материалов с высокой газопроницаемостью.

### **Термообработка**

Микроорганизмы могут быть убиты теплом.

Во многих случаях нет необходимости убивать все микроорганизмы. Пастеризация при температурах от 60° до 70° С используется для уничтожения большинства, но не всех микроорганизмов.

Горячий розлив обычно проводится при температурах, не превышающих 100° С. Он используется для сохранения стерильности варенья, сиропов, соусов и т. п. продуктов.

Ряд продуктов могут выдерживать высокие температуры в течение коротких периодов времени. Ультравысокотемпературная обработка молока и фруктовых соков нагревание до 135-150° С, но лишь в течение нескольких секунд. Высокая температура способна убить большую часть патогенов. Ультравысокотемпературная обработка - основной метод обработки большинства асептических упаковок для напитков. Термин "асептическая" относится к любой системе, где продукт и тара стерилизуются отдельно (например, при помощи перекиси водорода), а затем объединяются и герметически запечатываются в асептических условиях.

### **Уменьшение содержания воды**

Сушка - старый и испытанный метод сохранения продуктов питания. В процессе сушки происходит уменьшение содержания воды в продукте до уровня ниже необходимого для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов. Вместе с тем обеспечивается уменьшение объема продукта и ослабление химической активности. Имеющаяся влага может быть уменьшена путем простой горячей сушки или, что менее эффективно, путем добавления соли или сахара. Концентрированные растворы соли и сахара связывают воду и делают ее недоступной для микроорганизмов. По этой причине джемы и мармелад, имеющие высокое содержание сахара, не нуждаются в замораживании.

Многие продукты питания являются гигроскопичными и находятся в состоянии равновесия с относительной влажностью в окружающей атмосфере. С повышением относительной влажности увеличивается содержание влаги в пищевом продукте, а с понижением относительной влажности уменьшается и количество влаги. Можно построить сорбции, чтобы показать содержание влаги в продукте питания для каждого значения относительной влажности.

Если продукт питания находится в герметически закрытом контейнере, то он будет либо получать влагу, либо терять ее до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие с воздушным пространством. Равновесная относительная влажность - это атмосферная влажность, при которой влажность продукта сохраняется неизменной. Это значение часто обозначается как  $A_w$  (водная активность). Пищевой продукт с  $A_w = 0,5$  имеет равновесную относительную влажность равную 50 %. В таблице 2 приведены проценты содержания влаги и значения равновесной относительной влажности для ряда пищевых продуктов.

$A_w$  для сахара составляет 0,85, и поэтому мы редко сталкиваемся с проблемой слеживания сахара. Значение  $A_w$  для соли несколько ниже (0,75), поэтому в особенно влажные дни соль несколько увлажняется. Для обоих продуктов проблемы возникают при влажности порядка 90 %. При выборе упаковки следует знать значения  $A_w$  и равновесной относительной влажности продукта. Продукты питания с низкими значениями равновесной относительной влажности являются гигроскопичными и будут поглощать влагу из воздуха. Такие продукты следует затаривать в барьерную упаковку, которая не допустит попадания влаги из атмосферы.

Сухие продукты, например, хрустящий картофель и растворимый кофе, имеют низкое содержание влаги (3 % и меньше) и равновесную относительную влажность от 10 до 20 %. Поскольку относительная влажность окружающей среды редко бывает низкой, эти продукты имеют тенденцию впитывать в себя воду. Их необходимо упаковывать в материалы, имеющие высокие барьерные свойства. Богатый жирами хрустящий картофель требует к тому же наличия высокого кислородного барьера. Иногда используются осушители и кислородные рафинирующие добавки.

Сухие продукты питания с равновесной относительной влажностью от 20 до 30 % предъявляют менее строгие требования к барьеру влажности, и их легче упаковать. Многие виды печенья и сухие каши относятся к этой категории продуктов. Продукты питания с равновесной относительной влажностью от 30 до 60 % могут храниться в течение длительного периода времени в упаковке, не имеющей барьерных свойств или имеющей низкие барьерные свойства, поскольку их равновесная относительная влажность соответствует типичным атмосферным условиям. Крупы, орехи и сушеные фрукты относятся к этой группе. Но если пищевой продукт питания имеет высокое содержание растительного масла, может потребоваться кислородный барьер. Бактериологическая активность редко создает проблемы для пищевых продуктов с низким или пониженным содержанием влаги, поскольку устранен один из главных факторов роста бактерий.

Продукты с высокой равновесной относительной влажностью теряют влагу в обычных атмосферных условиях. На первый взгляд может показаться, что эффективная упаковка может прекратить потерю влаги; однако кекс с равновесной относительной влажностью порядка 90 % создаст вскоре относительную влажность порядка 90 % внутри герметично закрытой упаковки, создавая идеальные условия для роста плесени (грибков). Задача упаковки состоит в том, чтобы контролировать потерю влаги, максимально замедляя ее, но не до такой степени, чтобы внутри упаковки устанавливалась высокая влажность.

### **Химические консерванты**

Чтобы дольше сохранить качество продуктов применяют различные натуральные и синтетические химические агенты и антиокислители. Для большей эффективности они чаще всего используются в сочетании с другими методами сохранения. Применение большинства из них строго регламентируется законом, хотя каждая страна устанавливает свои запреты и допуски.

Химические консерванты действуют по-разному. Одни - молочная, уксусная, пропионовая, сорбиновая и бензойная кислоты - создают кислотную среду. Другие, такие как спирт, являются специфическими антисептиками. Углекислый газ, содержащийся в пиве и газированных напитках, создает кислотную среду и одновременно является антисептиком.

Копчение и вяление мяса и рыбы является частично процессом высушивания и частично - химическим консервированием. Алифатические и ароматические продукты перегонки древесины (многие из них относятся к креозотам) являются кислотными и имеют различные антисептические эффекты. Чаще всего копчению предшествует предварительная обработка солью. Использование антиокислителей и поглотителей кислорода может снизить степень окисления. Поглощение кислорода используется как бы косвенно: поглотители кладут в отдельные мешочки внутри герметично закрытой упаковки. В качестве поглотителя обычно используется тонко измельченный порошок железа, который улавливает весь кислород, оставшийся в закрытой упаковке.

### **Упаковка в измененной атмосфере**

Многие процессы разрушения пищевых продуктов связаны с эффектами окружающей среды. Если продукт, склонный к окислению, упаковывается в среде, свободной от кислорода, то устраняется хотя бы одна причина порчи. Упаковка в измененной атмосфере (Modified Atmosphere Packaging, MAP) предполагает введение в упаковку газовой смеси, заменяющей воздух, которая должна поддерживать равновесие или производить изменения - в зависимости от природы продукта.

Вакуумная упаковка является разновидностью MAP. Она устраняет весь кислород или его часть во избежание порчи. Однако этот метод не является универсальным. Например, фрукты и овощи нуждаются в воздухе, чтобы "дышать". Красное мясо в отсутствие кислорода становится коричневым или пурпурно-красным. Давление, создаваемое внешней атмосферой, окружающей вакуумно упакованный продукт, может физически разрушать мягкие и нежные продукты или "выдавливать" воду из влажных. Окружающий нас воздух состоит на 20 % из кислорода и на 80 % из азота со следами углекислого газа. Изменение процентного соотношения этих составляющих приводит к изменению реакции продукта. Этот факт и обуславливает необходимость применения метода MAP для увеличения срока хранения продукта.

Процесс упаковки в измененной атмосфере связан с кислородом, углекислым газом и азотом. Кислород - биологически активный газ для большинства продуктов. Обычно содержание кислорода снижают в целях замедления скорости "дыхания" овощей и фруктов и ослабления окислительной деятельности. Единственным исключением является красное мясо, при упаковке которого используются высокие уровни содержания кислорода для сохранения яркого красного цвета, ассоциирующегося со свежестью. При упаковке других видов мяса, хлебобулочных изделий, макарон и молочных продуктах, содержание кислорода сводится к абсолютному минимуму, т.е. создается среда, исключающая окисление и рост анаэробных бактерий. Овощи и фрукты нуждаются в небольшом количестве кислорода для поддержания естественного "дыхания".

Углекислый газ в высоких концентрациях является натуральным антисептиком. Уровни содержания порядка 20 % и выше используются для создания условий, неблагоприятных для большинства микроорганизмов. Углекислый газ хорошо растворяется в воде, образуя слабую кислоту, и влажные продукты могут настолько раствориться в этой среде, что образуется частичный вакуум. В некоторых случаях нежелательным эффектом становится внешнее давление.

Азот, в отличие от двух предыдущих газов, является биологически инертным. Он ничтожно мало растворяется в воде и не имеет вкуса. Азот используется в качестве газа-наполнителя или заменителя кислорода.

Большинство упаковочных материалов, используемых при затаривании в MAP любых продуктов, кроме фруктов и овощей, должны иметь хорошие барьерные свойства по отношению ко всем трем газам. Это относится даже к случаям, когда упаковка не содержит газа. Если упаковка содержит только углекислый газ и азот, атмосферный кислород стремится проникнуть внутрь и установить равновесное частичное давление. Особое значение приобретает полная герметичность швов.

MAP увеличивает естественный срок жизни продукта в 2-10 раз. Сваренные макароны, например, будут храниться в течение 21 дня в газовой среде, состоящей на 50 % из углекислого газа и на 50 % из азота. Атмосфера должна регулироваться с учетом конкретного продукта питания и конкретного типа упаковки. Следует отметить, что упаковка в измененной атмосфере несколько не избавляет от необходимости хранения, распределения и выставления на витринах продуктов в условиях низких температур, если эти продукты обычно подвергаются замораживанию. Упаковки мяса, рыбы, сыра, полуфабрикатов и т. д. должны храниться в охлажденном виде - в противном случае они могут испортиться.

### **Облучение**

Радиация - это энергия, характеризующаяся длиной волны и представляющая собой радиоволны,

микроволны (СВЧ), инфракрасное излучение (ИК), видимый и ультрафиолетовый свет и рентгеновские лучи. Эти виды излучения перечислены в порядке возрастания энергии: чем короче длина волны, тем больше энергия. При наличии достаточной энергии волны могут проникать в вещество, а при ее усилении - взаимодействовать с молекулами этого вещества.

Коротковолновые излучения имеют достаточно энергии, достаточные для того, чтобы вызвать ионизацию молекул, главным образом, молекул воды. Ионизация может разрушить сложные молекулы и приводить к гибели живые организмы. Могут быть также разрушены ферменты, витамины и другие сложные молекулы. Излишнее облучение может привести к химическим и вкусовым изменениям продукта питания и структуры упаковки.

Облучение используется для сохранения качества различных продуктов питания в течение длительного времени. Кобальт 60, радиоактивный изотоп, является основным источником ионизирующего излучения (гамма-лучи). Поскольку источник излучения (кобальт) является радиоактивным, он должен быть защищен 1,8-метровым бетонным экраном и погружен в бассейн с водой на период отсутствия работ. Необходимо соблюдать все меры безопасности во избежание радиоактивного заражения. Следует особо отметить, что хотя источник энергии является радиоактивным, гамма-лучи не могут "заразить" радиоактивностью другие вещества. Облучение - уникальный процесс в том отношении, что он осуществляется в условиях окружающей среды и может влиять на упаковочные материалы или продукты.

Низкие дозы облучения используются для уменьшения популяции микробов и насекомых. Кроме того, было установлено, что облучение может препятствовать прорастанию лука, картофеля и отделению шляпок от грибов. Чаще всего облучение используется для ослабления воздействия микробов на чувствительные к теплу продукты - лекарственные растения и пряности. Гамма-лучи используются также для стерилизации упаковочных материалов. Еще один пример применения гамма-лучей - это создание поперечных связей в некоторых полимерах для увеличения вязкости пленок, причем некоторые из них обладают хорошими термоусадочными свойствами. Облучение потребляемых продуктов питания - вопрос, который еще не разрешен до конца, и в большинстве стран этот процесс тщательно контролируется. Критики аргументируют свою точку зрения тем, что облучение вызывает в продукте химические изменения, и мы не знаем точно, какие долгосрочные последствия может иметь потребление облученных продуктов. Защитники метода заявляют в ответ, что обычная термическая обработка также вызывает в продуктах питания значительные изменения, последствия которых нам также до конца неизвестны, но никто никогда не считал это проблемой.

В большинстве стран облучение продуктов имеет ограниченное применение, а в некоторых просто запрещено. Если содержание облученных ингредиентов в готовом продукте составляет 10 и более процентов, на упаковку должна быть нанесена этикетка с соответствующей информацией. Однако облучение является полезной технологией в области упаковочных материалов, стерилизации медицинских инструментов и предметов личной гигиены.

## РАЗДЕЛ 4: ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

### ТЕМА: ПИЩЕВАЯ КАЛОРИЙНОСТЬ, ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ. СБАЛАНСИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ.

#### *Потребность в продуктах питания*

Не так давно ценность отдельных продуктов питания определялась только их энергетическим потенциалом – количеством энергии, которое они могли дать человеку при их окислении в организме. Расчет необходимого количества продуктов питания проводили исходя из того, что 1 г углеводов выделяет в организме около 18 кДж (4 ккал), жиров 38 (9 ккал), белков – 18 кДж (4 ккал). В настоящее время энергосодержание пищи является только одним из многочисленных показателей ее ценности.

Значимость даже входящих в одну и ту же группу веществ неодинакова. Например, ценность белков, потребляемых с пищей, во много раз снижается, если в них отсутствует одна или несколько незаменимых (не синтезируемых в организме человека) аминокислот. Так, отсутствие лизина или метионина не позволит пройти в организме процессу синтеза необходимого ему белка. Такие же примеры можно привести по группам углеводов и жиров. Поэтому для правильного питания следует нормировать потребление не только групп веществ, но и отдельных соединений.

#### *Понятие об энергетической ценности пищи*

Источником энергии, затрачиваемой человеком, служит пища. Энергия в пище находится в скрытом виде и освобождается в процессе обмена веществ. Количество скрытой энергии, заключенной в пище, называется энергетической ценностью или калорийностью этой пищи. Энергетическая ценность суточного рациона питания должна соответствовать суточному расходу энергии человека. Она измеряется в килокалориях. Минеральные вещества и вода скрытой энергии не содержат. Следовательно, энергетическая ценность пищевых продуктов зависит от содержания белков, жиров и углеводов.

*Энергия в пище* находится в скрытом виде и освобождается в процессе обмена веществ. Количество скрытой энергии, заключенной в пище, называется энергетической ценностью или калорийностью этой пищи. Энергетическая ценность суточного рациона питания должна соответствовать суточному расходу энергии человека. Она измеряется в килокалориях. Минеральные вещества и вода скрытой энергии не содержат. Следовательно, энергетическая ценность пищевых продуктов зависит от содержания белков, жиров и углеводов.

Энергетическая ценность (калорийность) пищи определяется количеством энергии, которая высвобождается из пищевых продуктов в процессе ее усвоения. Она используется для обеспечения физиологических функций организма.

Минимальное количество энергии, необходимое для функционирования органов и их систем в состоянии температурного комфорта (20 °С), полного физического и психического покоя натошак, называется величиной основного обмена. В среднем она составляет 4,2 кДж на 1 кг массы тела в час. У мужчин с массой тела 70 кг основной обмен составляет около 7113 кДж в сутки, а у женщин с массой

тела 55 кг — около 5858 кДж в сутки. Стрессовые состояния и гиперфункция щитовидной железы иногда повышают основной обмен до значительных величин.

Под **энергетической ценностью** понимают количество энергии (ккал, кДж), высвобождаемой в организме из пищевых веществ продуктов для обеспечения его физиологических функций. При сгорании в атмосфере кислорода 1 г углеводов выделяется в среднем 4,3 ккал, 1 г жиров - 9,45 ккал, 1 г белков - 5,65 ккал. Поскольку пищевые вещества усваиваются организмом не полностью, расчетным путем установлено, что 1 г белков пищи дает 4 ккал, 1 г жиров - 9 ккал, а углеводов - 4 ккал. Таким образом, зная химический состав пищи, легко подсчитать, сколько энергии получает человек.

Разные виды деятельности требуют от человека различных энергетических затрат (см. табл.).

Таблица. **Приблизительные энергетические затраты человека**

Вид деятельности	Энергетические затраты (кДж) за 1 ч на 1 кг массы тела
Состояние покоя: в положении сидя в положении стоя	4,2 5,9 6,3
Умственная работа сидя	9,0
Ходьба	11,7—13,4
Работа плотника	17,9
Работа каменщика	23,9

**Биологическая ценность продукта** - показатель качества белка, зависящий от сбалансированности аминокислот и отражающий степень задержки белкового азота в организме.

**Пищевая ценность продукта** определяется химическим составом нутриентов, т.е. содержанием белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ, и их соотношениями.

#### **Потребность в продуктах питания**

Не так давно ценность отдельных продуктов питания определялась только их энергетическим потенциалом – количеством энергии, которое они могли дать человеку при их окислении в организме. Расчет необходимого количества продуктов питания проводили исходя из того, что 1 г углеводов выделяет в организме около 18 кДж (4 ккал), жиров 38 кДж (9 ккал), белков – 18 кДж (4-5 ккал). В настоящее время энергосодержание пищи является только одним из многочисленных показателей ее ценности.

Значимость даже входящих в одну и ту же группу веществ неодинакова. Например, ценность белков, потребляемых с пищей, во много раз снижается, если в них отсутствует одна или несколько незаменимых (не синтезируемых в организме человека) аминокислот. Так, отсутствие лизина или метионина не позволит пройти в организме процессу синтеза необходимого ему белка. Такие же

примеры можно привести по группам углеводов и жиров. Поэтому для правильного питания следует нормировать потребление не только групп веществ, но и отдельных соединений.

### **Рациональное питание**

Для полноценного обеспечения жизненных потребностей организма необходимо рациональное питание. **Рациональное питание** — это сбалансированное и разнообразное питание. Суть его заключается в том, что количество и калорийность пищи должны соответствовать энергетическим затратам и физиологическим потребностям организма. Пищевой рацион должен иметь оптимальное соотношение белков, жиров, углеводов. Если количество пищевого белка принять равным 1, то оптимальное соотношение белков, жиров и углеводов может быть выражено примерным соотношением 1 : 1 : 4. В среднем для взрослого человека суточная потребность в белках составляет 100 г, в жирах — 100 г, в углеводах — 400 г.

#### ***Рациональное сбалансированное питание.***

Питание человека должно быть рациональным сбалансированным, т.е. соответствовать физиологическим потребностям организма с учетом условий труда, климатических особенностей местности, возраста, массы тела, пола и состояния здоровья человека.

*Основные принципы сбалансированного питания следующие.*

*Первый принцип.* Строгое соответствие энергетической ценности пищи энергозатратам организма. Человек должен получать с пищей столько энергии сколько тратит ее за определенный отрезок времени (сутки).

*Второй принцип.* Отдельные пищевые вещества сбалансированного питания (белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины и другие биологически активные компоненты) должны находится в строго определенном соотношении. Соотношение белков, жиров и углеводов в рационе основных групп населения должно составлять 1:1,1:4; лиц, занятых физическим трудом, — 1:1,3:5; пожилых людей — 1:1,1:4,8. Причем на долю животного белка должно приходиться 55 % общего количества белка суточного рациона. Сбалансированность жира в пищевых рационах должна обеспечивать физиологические пропорции насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот и соответствовать 30 % растительного масла, 70 % животного жира. Сбалансированный состав углеводов включает 75 % крахмала, 20 % сахара, 5 % пектиновых веществ и клетчатки (от общего количества углеводов).

*Третий принцип.* Соблюдение режима питания является важным показателем в сбалансированном питании. Режим питания— это распределение пищи в течение дня по времени, калорийности и объему, т.е. кратность приема пищи и интервалов между ними. Объем пищи, потребляемой в течение дня, составляет в среднем 2,5—3,5 кг. Суточный пищевой рацион распределяют по отдельным приемам дифференцированно в зависимости от характера трудовой деятельности и установившегося распорядка дня. Ужинать нужно за 3-4 ч до сна.

*Четвертый принцип.* Создание оптимальных условий для усвоения пищи человеком при составлении суточного рациона питания. Продукты, содержащие белки животного происхождения, следует планировать на первую половину дня, а молочно-растительную -на вторую. Жиры необходимо вводить такие, которые обеспечат организм жирорастворимыми витаминами и ненасыщенными жирными кислотами (сливочное и растительное масло, сметана, молоко). Для лучшего усвоения пища должна быть определенного объема температуры, красиво оформленной, возбуждающей аппетит. На обед для возбуждения аппетита рекомендуют включать в меш разнообразные закуски, горячие супы вегетарианские или на бульонах; красиво оформленные вторые блюда из мяса, рыбы, овощей, круп,

макаронных изделий. Завершать обед следует сладкими блюдами (кисель, компот, мусс, желе), которые уменьшают выделение пищеварительных соков и дают ощущение сытости.

На полдник и ужин подают легкоперевариваемые молочно-растительные блюда (каши, салаты, пудинги, запеканки, сырники и т.д.), напитки (чай, молоко, кисломолочные продукты).

### ***Возрастные особенности и нормы питания детей и подростков***

По сбалансированности незаменимых аминокислот лучшим продуктом белкового питания в детском возрасте считается молоко и молочные продукты. Кроме того, в рацион питания детей и подростков должны входить мясо, рыба, яйца, — продукты, содержащие полноценные белки с богатым аминокислотным составом. Жиры выступают в роли пластического, энергетического материала, снабжают организм витаминами А, D, E, фосфатидами, полиненасыщенными жирными кислотами, необходимыми для развития растущего организма. Особенно рекомендуют сливки, сливочное масло, растительное масло (5—10% общего количества). При недостаточном потреблении жиров у детей снижается сопротивляемость к болезням, замедляется рост. У детей отмечается повышенная мышечная активность, в связи с чем потребность в углеводах у них выше, чем у взрослых, и должна составлять 10—15 г на 1 кг массы тела. В питании детей важное значение имеют легкоусвояемые углеводы, источником которых являются фрукты, ягоды, соки, молоко, сахар, печенье, конфеты, варенье. Количество сахаров должно составлять 25% общего количества углеводов. В связи с процессами роста потребность в витаминах у детей повышена. Особое значение в питании детей и подростков имеют витамины А, D как факторы роста. Источниками этих витаминов служат молоко, мясо, яйца, рыбий жир. В моркови, помидорах, абрикосах содержится провитамин А — каротин. Витамин С с витаминами групп В стимулирует процесс роста, повышает сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям.

Минеральные вещества в детском организме обеспечивают процесс роста и развития тканей, костной и нервной системы, мозга, зубов, мышц. Особое значение имеют кальций и фосфор, суточная потребность в которых составляет: Са — 0,5—1,2 г, Р — 0,4— 1,8 г. Содержатся эти минеральные вещества в молочных продуктах, мясе, рыбе, яйцах, овсяной крупе. Соли железа участвуют в кроветворении, и в случае недостатка этого элемента в питании детям рекомендуют гематоген. Кроме рассмотренных основных веществ пищевые продукты содержат органические кислоты, эфирные масла, гликозиды, алкалоиды, дубильные вещества, красящие вещества и фитонциды. Органические кислоты содержатся в плодах и овощах в свободном состоянии, а также образуются в процессе их переработки (при квашении). К ним относят уксусную, молочную, лимонную, яблочную, бензойную и другие кислоты. Небольшое количество кислот, содержащихся в пище, оказывает возбуждающее действие на пищеварительные железы и способствует хорошему усвоению веществ. Эфирные масла обуславливают аромат пищевых продуктов. Общее количество их для большинства продуктов определяется долями процента. Аромат пищевых продуктов является важным показателем качества. Для придания аромата к некоторым пищевым продуктам добавляют синтетические ароматические вещества - сложные эфиры органических кислот; в кулинарии блюда посыпают рубленой пряной зеленью.

## **ТЕМА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА НЕГО.**

**Качество продукции** – совокупность характеристик, относящихся к её способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности.

Количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в её качество, называется показателем качества продукции.

Различают несколько групп показателей качества пищевых продуктов.

Показатели назначения объединяют свойства продукции, характеризующие её основные функции и область их применения. К ним относятся органолептические (внешний вид, консистенция, цвет и т.д.), физико-химические (массовая доля влаги, жира и т.д.) показатели, а так же показатели, характеризующие требования, предъявляемые к упаковке, фасовке и маркировке.

Показатели транспортабельности отражают степень сохранения данной продукцией потребительских свойств при перевозках.

Показатели сохраняемости (надёжности в потреблении) характеризуют способность продукции не снижать качество в процессе хранения (при соблюдении оптимальных режимов хранения).

Показатели безопасности обеспечивают безопасность пищевой продукции при потреблении человеком.

Эстетические показатели характеризуют привлекательность, информативность оформления продукта, удобство его использования.

Экологические показатели указывают на степень воздействия на окружающую среду вредных средств, образующихся при производстве, транспортировке, хранении или реализации товаров.

Оценка качества пищевых продуктов в торговле может осуществляться в рамках контроля качества («инспекционный надзор»), проверки качества («аудиты») и др.

Контроль может проводиться разрушающим и неразрушающим методами. Первый используется при определении вкуса, внутреннего строения продуктов, их скрытых дефектов. Этим методом определяют физико-химические показатели продукта. Вторым контролируется внешний вид продукта, его консистенция, запах, наличие сорной примеси в крупах и др.

Измерительный метод осуществляется специалистами с помощью специальной аппаратуры, реактивов, посуды. Показатели качества, определяемые этим методом, выражаются в конкретных величинах (миллилитрах, граммах, градусах и т.д.).

Регистрационный метод осуществляется на основе наблюдения. Этим методом определяют дефектные изделия в партии при приёме, хранении и реализации.

Расчётный метод используется для определения показателей качества.

Органолептический метод применяется при определении значений показателей качества продукции и осуществляется на основе анализа восприятий органов чувств.

Экспертный метод основывается на решении, принимаемом экспертной комиссией.

Социологический метод основан на сборе и анализе мнений широкого круга потребителей продукции путём проведения выставок-продаж, дегустаций.

При оценке качества пищевых продуктов важно учитывать несколько характеристик. К ним относятся сенсорные характеристики (вкус, текстура, цвет, запах), пищевая ценность, безопасность, срок годности и соответствие маркировке. Каждый из этих факторов играет решающую роль в определении общего качества пищевого продукта.

Сенсорные характеристики, такие как вкус, текстура, цвет и запах, можно оценить с помощью методов сенсорной оценки. Обученные эксперты или потребители могут участвовать в сенсорных тестах, в ходе которых они оценивают органолептические характеристики пищевого продукта и предоставляют обратную связь. Эта обратная связь помогает определить, соответствует ли продукт желаемому сенсорному профилю.

Пищевая ценность пищевых продуктов может быть оценена различными методами. К ним относятся лабораторный анализ для определения содержания макро- и микроэлементов, а также использование баз данных о питании для расчета общего пищевого состава. Крайне важно понимать пищевую ценность пищевого продукта, чтобы обеспечить его соответствие желаемым стандартам.

Безопасность пищевых продуктов оценивается посредством строгих испытаний и проверок. Сюда входит микробиологическое тестирование для обнаружения вредных бактерий, химический анализ для выявления загрязнений или добавок, а также физические проверки для обеспечения надлежащего обращения и хранения. Соблюдение правил и стандартов безопасности пищевых продуктов имеет важное значение для обеспечения безопасности потребителей.

На определение срока годности пищевого продукта влияют несколько факторов. К ним относятся рецептура продукта, упаковочные материалы, условия хранения, а также наличие консервантов или стабилизаторов. Микробиологический и химический анализ также может помочь оценить стабильность продукта с течением времени и оценить срок его годности.

Соответствие маркировки пищевой продукции можно оценить путем сравнения информации, представленной на этикетке, с действующими нормами и стандартами. Это включает проверку точности списков ингредиентов, информации о пищевой ценности, заявлений об аллергенах и любых конкретных заявлений, указанных на этикетке. Правильная маркировка имеет решающее значение для прозрачности и доверия потребителей.

Прослеживаемость имеет важное значение для оценки качества пищевых продуктов, поскольку она позволяет идентифицировать происхождение продукта, производственные процессы и цепочку распределения. Это помогает обеспечить прозрачность, контроль качества и быстрое реагирование в случае каких-либо проблем с качеством или отзывов. Надлежащие системы отслеживания способствуют общей безопасности и обеспечению качества пищевых продуктов.

Оценка текстуры пищевого продукта включает в себя методы сенсорного анализа, такие как профилирование текстуры или инструментальные измерения. Обученные эксперты или специальное оборудование могут оценить такие характеристики, как твердость, жевательность, вязкость или

хрустящая корочка. Оценка текстуры важна, поскольку она влияет на общее впечатление от еды и восприятие потребителями.

При оценке цвета пищевого продукта следует учитывать такие факторы, как внешний вид, оттенок, интенсивность и однородность. Инструментальные устройства измерения цвета могут предоставить объективные данные, а сенсорная оценка может дать субъективную обратную связь.

Последовательность и визуальная привлекательность цвета способствуют общему восприятию качества продукта.

Оценка запаха пищевых продуктов может быть выполнена с помощью методов сенсорного анализа, таких как нюхательные тесты или инструментальные измерения. Обученные эксперты или специальное оборудование могут оценить ароматические свойства продукта. Оценка запаха имеет решающее значение, поскольку она указывает на свежесть, качество и может повлиять на признание потребителями.

**Свойства** пищевых продуктов – объективная особенность продукции, проявляющаяся при ее создании, хранении, реализации, потреблении.

**Усвояемость** – степень использования организмом потребляемого продукта, зависит как от объективных свойств продукта (вид, вкус, аромат, консистенция, количество питательных веществ и др.), так и от состояния организма, условий питания, привычек, вкусов и др.

**Доброкачественность** – отсутствие процессов порчи (гниение; окисление, прогорклость, осаливание; брожение; появление плесени), отсутствие патогенных микроорганизмов, токсических штаммов грибов, личинок гельминтов, ядовитых веществ, вредных механических примесей и насекомых-вредителей.

Основными свойствами продовольственных товаров являются:

- ✓ Пищевая ценность
- ✓ Биологическая ценность
- ✓ Физиологическая ценность
- ✓ Энергетическая ценность
- ✓ Органолептическая ценность

Физические свойства пищевых продуктов в значительной мере определяют их качество, способность к длительному хранению и транспортированию. К физическим свойствам продуктов относятся:

- **масса, форма, размер** – эти показатели нормируются для многих пищевых продуктов (хлебобулочные изделия, макароны, сыры и др.), плодов и овощей;
- **плотность** – показатель отражает количество сахарозы в сахаре, соли в рассоле, по плотности судят о составе и строении продукта;
- **структурно-механические свойства (консистенция продукта):**
  - а) **прочность** – способность продукта сопротивляться механическому разрушению (макаронные изделия, сахар-рафинад, сухари и др.);
  - б) **твердость** – свойство материала препятствовать проникновению в него другого более твердого тела (зерно, плоды и овощи, сахар и др.);

- в) *упругость* – способность тел восстанавливать форму сразу после приложения внешней силы (хлебобулочные изделия, мясные и рыбные изделия и др.);
- г) *эластичность* – способность тел через определенное время восстанавливать свою форму после надавливания (хлебобулочные изделия, плоды и овощи, мясные и рыбные изделия и др.);
- д) *пластичность* – способность продукта необратимо деформироваться под действием внешних сил (тесто, карамель, мармелад и др.);
- е) *релаксация* – свойство продуктов, характеризующее время перехода упругих деформаций в пластические (хлебобулочные изделия, кондитерские товары, плоды и овощи и др.);
- ж) *вязкость* – способность жидких тел оказывать сопротивление перемещению одной ее части относительно другой (растительные масла, соки, мед и др.);
- з) *липкость* – способность продуктов проявлять силы взаимодействия с другим продуктом или тарой (сливочное масло, мясной фарш, сыры, колбасы и др.);
- ***оптические свойства*** – воспринимаются человеческим глазом:
- а) *прозрачность* – способность материала пропускать свет (вина, фруктовые соки, минеральные воды и др.);
- б) *цвет* – определяется наличием в пищевых продуктах красящих веществ – пигментов (плоды и овощи, чай и др.);
- в) *рефракция* – изменение направления распространения светового потока при переходе из одной среды в другую (жиры, томатопродукты, варенье, джем и др.);
- г) *оптическая активность* – способность изменять направление колебаний при прохождении через продукты поляризованного света (содержание сахарозы в сахаре, крахмала в картофеле и зерне, определение вида сахаров);
- ***теплофизические свойства*** – обуславливают характер и скорость протекания в продукте процесса нагревания или охлаждения:
- а) *теплоемкость* – интенсивность изменения температуры тела при его нагревании или охлаждении (для продуктов с большой влажностью (овощей, мяса и др.) характерна высокая теплоемкость);
- б) *теплопроводность* – способность пищевых продуктов проводить тепло (высокая теплопроводность характерна для пищевых продуктов с высоким содержанием влаги: плоды, овощи, мясо, рыба и др.; низкая теплопроводность характерна для пищевых продуктов, богатых жирами, для пористых и сыпучих материалов);
- в) *температура плавления и затвердевания* – температура, при которой отдельные компоненты пищевых продуктов переходят из твердого состояния в жидкое (плавление) или из жидкого в твердое (затвердевание) (измеряется, в основном, для жиров, жироподобных веществ (воск, кутин), при высоких температурах плавятся и сахара);
- г) *температура замерзания* – температура, при которой вода переходит из жидкого состояния в твердое (молоко, соки при замерзании расслаиваются, а замораживание хлеба, плодов, овощей, мяса, рыбы позволяет улучшить их сохраняемость);
- ***электрофизические свойства*** – определяют поведение продуктов в электромагнитном поле:

а) *электропроводность* – способность продуктов проводить электрический ток, тесно связана с влажностью продукта (например, повышение электропроводности молока может быть следствием его низкой жирности);

б) *диэлектрическая проницаемость* – величина, влияющая на количество энергии, которая может быть аккумулирована в форме электрического поля (измеряется для гетерогенных смесей, содержащих воду, водные растворы солей, белков, жиров углеводов, например, мяса);

- ***сорбционные свойства*** – способность поглощать пары воды или газы из окружающей среды:

а) *сорбция* – поглощение и удерживание продуктом паров и газов (летучих веществ) из окружающей среды – и десорбция – переход веществ из поверхностного слоя продукта в окружающую среду (способствует приобретению продуктом неприятного запаха или потере аромата при нарушении условий хранения);

б) *гигроскопичность* – способность продуктов поглощать влагу из окружающей среды и удерживать ее (чай, кофе, соль, сахар, сухофрукты, сухое молоко и др.)

**3. Сохраняемость** – это способность продукта сохранять качество без значительных потерь в течение определенного промежутка времени, установленного стандартом и другими нормативными документами. **Режим хранения** – совокупность климатических и санитарно-гигиенических требований, обеспечивающих сохраняемость продуктов. Выделяют климатический (температура, относительная влажность воздуха, воздухообмен, газовый состав, освещенность) и санитарно-гигиенический режимы (состояние объектов окружающей среды, в которой хранятся продукты) хранения.

По качеству продукты питания подразделяются на 3 класса:

- ***стандартные товары***, которые могут быть использованы по назначению без ограничений;
- ***товары, условно пригодные*** для использования по назначению, могут быть реализованы по сниженным ценам, отправлены на промпереработку или на корм скоту;
- ***товары опасные***, непригодные для использования по назначению – это неликвидные отходы, которые не подлежат реализации и не могут быть отправлены для промпереработки или на корм скоту, подлежат утилизации с соблюдением определенных правил.

При оценке качества продовольственных товаров могут быть выявлены разнообразные отклонения от заданных или ожидаемых требований – **дефекты**. Дефекты подразделяют на:

- малозначительные, которые существенно не влияют на потребительские свойства, безопасность, сохраняемость продуктов (отклонения в размере, форме овощей, плодов);
- значительные, которые ухудшают внешний вид, влияют на использование товара по назначению (трещины, надрывы на корке хлеба);
- критические, при наличии которых пищевой продукт не допускается к реализации (бомбаж консервов).

# ТЕМА: АНТИПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТОДЫ ЧАСТИЧНОГО УДАЛЕНИЯ АНТИПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

*Нутриенты, или питательные вещества* — биологические активные соединения, которые необходимы для роста, развития и жизнедеятельности организма. К нутриентам относят белки, жиры, углеводы, а также витамины и минералы<sup>1</sup>.

В качестве их противоположности выделяют *антинутриенты, или антипитательные вещества*.

Такие соединения мешают организму усваивать ключевые питательные вещества<sup>2</sup>.

Неизвестно, сколько питательных веществ в нашем рационе не усваивается из-за антинутриентов.

Исследование 2009 года показало, что жители разных стран в день употребляют неодинаковое количество антипитательных соединений. На среднее значение влияют особенности национальной кухни, диетические привычки, пол и возраст человека. Эффекты антипитательных веществ также зависят от особенностей организма — усвоения в желудочно-кишечном тракте и метаболизма<sup>3</sup>.

## Предпосылки для развития заболевания

Негативные эффекты антипитательных веществ снижаются во время кулинарной обработки. Несмотря на то, что антинутриенты могут быть устойчивыми к перевариванию в ЖКТ (желудочно-кишечный тракт), они удаляются или становятся неактивными после замачивания, кипячения или приготовления продуктов на пару. Но некоторые способы приготовления, например обжарка, могут увеличить количество таких соединений в готовом блюде<sup>2</sup>.

Учёные отмечают, что растения, содержащие антипитательные вещества, также содержат ценные питательные соединения<sup>4</sup>. Кроме того, человек редко употребляет антипитательные вещества в изолированном виде. Нутриенты, которые также есть в еде, противодействуют их негативным эффектам<sup>2</sup>.

Систематический обзор 2023 года, опубликованный в *Frontiers in Nutrition*, показал, что некоторые антипитательные вещества могут принести пользу здоровью. Считается, что они снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний, обладают противоопухолевой активностью, борются с окислительным стрессом и уменьшают воспаление. Специалисты предполагают, что умеренное употребление таких соединений может помочь регулировать важные физиологические и метаболические процессы<sup>5</sup>.

Селекционеры планируют выращивать растения, которые будут содержать минимальное количество вредных антипитательных соединений<sup>6</sup>.

## Эффекты и источники антинутриентов

### 1. Фитаты (фитиновая кислота)

Содержащиеся в зернах, семенах, бобовых и некоторых орехах фитаты могут препятствовать усвоению минералов, таких как железо, цинк, магний и кальций. Хотя они уменьшают усвоение минералов, они также известны своими антиоксидантными свойствами.

Используйте различные методы приготовления, такие как замачивание, проращивание и ферментация, чтобы уменьшить антипитательное воздействие фитатов в таких продуктах, как зерно, орехи, семена и бобовые. Замачивание этих продуктов в воде на ночь может привести к высвобождению фитатов, а проращивание активирует ферменты, которые их расщепляют. Ферментация также снижает содержание фитатов с помощью бактерий и дрожжей. Приготовление пищи, особенно кипячение, также может помочь путем добавления фитатов в воду, которую затем выливают. Сочетание этих продуктов с

продуктами, богатыми витамином С, помогает нейтрализовать ингибирующее влияние фитатов на всасывание железа.

## ***2. Оксалаты***

Оксалаты, присутствующие в таких продуктах, как шпинат, ревень и свекла, связываются с кальцием и могут препятствовать его всасыванию, что потенциально приводит к образованию камней в почках у восприимчивых людей.

Важно сочетать продукты с высоким содержанием оксалатов с продуктами, богатыми кальцием, чтобы предотвратить всасывание оксалатов. Поддержание гидратации помогает вымывать оксалаты из организма. Также может быть полезным умеренное потребление продуктов с высоким содержанием оксалатов, их кипячение для снижения содержания оксалатов и выбор альтернатив с низким содержанием оксалатов, когда это необходимо.

## ***3. Танины***

Они содержатся в чае, кофе и некоторых бобовых. Танины могут препятствовать перевариванию различных питательных веществ, а также препятствовать усвоению железа.

Употребляйте продукты, богатые танинами, такие как чай, кофе и некоторые бобовые, отдельно от продуктов, богатых железом. Кроме того, увеличение потребления витамина С может нейтрализовать действие танинов за счет улучшения усвоения железа.

## ***4. Сапонины***

Содержащиеся в киноа и некоторых бобах сапонины могут препятствовать нормальному усвоению питательных веществ, связываясь с желчными кислотами и снижая всасывание жиров и жирорастворимых витаминов.

Тщательное промывание киноа перед приготовлением может удалить большую часть горького вкуса сапонинов и их антипитательных свойств. Аналогичным образом, замачивание и промывание фасоли и бобовых перед приготовлением не только снижает содержание сапонинов, но также улучшает их усвояемость и доступность питательных веществ.

## ***5. Лектины***

Лектины, находящиеся в сырых или недоваренных бобовых и зерновых, могут препятствовать усвоению минералов и вызывать проблемы с пищеварением при употреблении в больших количествах.

Приготовление пищи — эффективный метод нейтрализации лектинов, особенно эффективны такие методы, как кипячение при высоких температурах. Например, фасоль следует замочить на ночь, а затем тщательно прокипятить, чтобы лектины дезактивировались.

## ***6. Кальций***

Будучи важнейшим питательным веществом, кальций может препятствовать усвоению железа, когда оба вещества употребляются вместе.

Употребление продуктов с высоким содержанием кальция отдельно от продуктов, богатых железом, может помочь предотвратить препятствование кальцием усвоению железа. Например, избегайте употребления молока или продуктов, богатых молочными продуктами, рядом с красным мясом, шпинатом или продуктами, обогащенными железом.

### **7. Зойтрогены**

Зобогенные вещества, содержащиеся в овощах семейства крестоцветных, таких как брокколи, цветная капуста и кочанная капуста, могут влиять на усвоение йода и функцию щитовидной железы. Приготовление этих овощей обычно снижает их зобогенный эффект.

Чтобы смягчить антипитательные эффекты зобогенных веществ, содержащихся в крестоцветных овощах, таких как брокколи, капуста и капуста, особенно если у вас проблемы с щитовидной железой, полезно готовить эти овощи. Приготовление пищи значительно снижает количество зобогенных соединений, которые могут влиять на функцию щитовидной железы.

### **8. Глюкозинолаты**

Глюкозинолаты, присутствующие в крестоцветных овощах, могут ингибировать поглощение йода щитовидной железой, влияя на выработку гормонов щитовидной железы.

Чтобы свести к минимуму антипитательное воздействие глюкозинолатов, содержащихся в крестоцветных овощах, таких как брокколи, брюссельская капуста и капуста, эффективной стратегией является приготовление пищи.

### **9. Алкоголь**

Чрезмерное употребление алкоголя может препятствовать усвоению различных питательных веществ, таких как витамины группы В, витамин С и минералы, такие как цинк. Это также может повредить слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта, еще больше ухудшая усвоение питательных веществ.

### **10. Кофеин**

Кофеин, содержащийся в кофе, чае и некоторых газированных напитках, может снизить усвоение кальция и потенциально привести к проблемам с плотностью костей, если его употреблять в больших количествах без адекватного потребления кальция.

Употребление достаточного количества продуктов или добавок, богатых кальцием, в течение дня может компенсировать потенциальный эффект кофеина, снижающий плотность костей. Кроме того, если исключить употребление кофеина из основных приемов пищи, он не будет существенно влиять на усвоение необходимых минералов, таких как железо.

## **Антинуutriенты и НАЖБП: есть ли связь**

Диета играет особую роль в развитии жирового гепатоза. Например, установлено, что высококалорийное питание, избыточное потребление насыщенных жиров и фруктозы способствуют набору лишнего веса и связаны с НАЖБП. А вот с антипитательными веществами не все так однозначно.

Большая часть из них содержится в продуктах растительного происхождения. При этом диетические рекомендации при НАЖБП советуют добавлять в рацион больше овощей и фруктов. Такое противоречие может вызвать вопрос: стоит ли ограничить или исключить определённые продукты, чтобы уменьшить негативное влияние таких веществ на печень?

Учёные продолжают дискуссии о безопасности антипитательных соединений. Не всегда удаётся сделать чёткие выводы из-за недостатка клинических исследований. Также необходимо учитывать большое количество переменных: взаимодействие между продуктами питания, способ приготовления пищи, индивидуальные особенности человека.

### **Вред**

В некоторых экспериментальных моделях лектины растительного происхождения способствовали развитию воспаления печени и окислительного стресса.

НАЖБП связывают с повышенным риском мочекаменной болезни. Учёные предполагают, что образование камней связано с нарушением обменных процессов на фоне накопления жира в клетках печени (стеатоза), пониженной чувствительности к инсулину и окислительного стресса.

К похожим выводам пришли учёные из Исследовательского центра производственной среды и человеческого фактора имени Г. В. Лейбница в 2021 году. Они обнаружили, что страдают перегруженные жиром гепатоциты. В них снижается активность фермента, который препятствует чрезмерному превращению гликоксилата в оксалат. В результате концентрация последнего в моче повышается.

Вероятно, что диета, богатая оксалатами, способствует образованию камней, особенно если функция почек снижена.

Роттердамское исследование 2016 года, объединившее 9419 участников, установило, что снижение функции щитовидной железы связано с повышенным риском НАЖБП. Диетические гойтрогены могут усугубить проблемы с щитовидной железой, вмешиваясь в действие её гормонов.

### **Польза**

Японские учёные в 2015 году выяснили, что фитиновая кислота способна предотвращать накопление жира в печени. Исследование проводили на крысах, которые соблюдали диету с повышенным содержанием сахарозы с добавлением антипитательного вещества и без него. Общий уровень жиров и триглицеридов, а также активность печёночных ферментов оказались выше у животных, которые не употребляли фитиновую кислоту.

Проантацианиды, которые относятся к классу танинов, показали некоторые преимущества при НАЖБП в исследованиях на животных. Вот основные выводы:

- проантацианиды обладают антилипогенной активностью, что помогает снизить проявления стеатоза;
- некоторые соединения выступают в качестве антифибротических агентов, препятствуя образованию соединительной ткани;
- работают как антиоксиданты, уменьшая воспаление и защищая гепатоциты от окислительного повреждения.

### **Что в итоге**

Одни антипитательные вещества препятствуют накоплению жира в клетках печени и защищают их. Другие, наоборот, усиливают воспаление и окислительный стресс. Некоторые антипитательные соединения действуют не напрямую: нарушают обменные процессы или работу органов, тесно связанных с печенью.

Чтобы разобраться до конца, нужны дальнейшие исследования. А пока основной рекомендацией по-прежнему остаётся сбалансированная и разнообразная диета, которая содержит полезные фитохимические вещества, клетчатку, витамины и минералы<sup>2</sup>.

## Пути утилизации энергии в организме

Энергия, освобождающаяся при распаде веществ, постоянно расходуется в клетках и тканях для поддержания жизнедеятельности организма.

Даже в условиях полного покоя организм постоянно потребляет энергию, расходуя 1 ккал/кг/час, т.е. 1500-2000 ккал в сутки. При умственной и особенно при физической работе затраты энергии увеличиваются, составляя 3-5 тысяч ккал/сутки.

Энергия, освобождаемая в процессах окисления питательных веществ, частично (50%) выделяется в виде тепла, а частично (50%) аккумулируется в макроэргических связях АТФ.

Для реакции фосфорилирования АДФ, т.е. образования одной молекулы АТФ необходимо не менее 7,3 ккал/моль (30,2 кДж/моль). В молекуле АТФ содержатся две МАКРОЭРГИЧЕСКИЕ (обогащенные энергией) связи. Молекула АТФ является универсальным донором свободной энергии, а не формой её депонирования. В клетке 1 молекула АТФ распадается в течение одной минуты после её образования. В состоянии полного покоя человек расходует за 24 часа 40 кг АТФ, а при физической нагрузке скорость утилизации АТФ возрастает до 0,5 кг в 1 минуту.

Основным путем освобождения энергии АТФ является её гидролиз до АДФ и фосфорной кислоты  $\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АДФ} + \text{P} + \text{энергия}$ ; (P – остаток фосфорной кислоты)

При гидролизе макроэргической связи АТФ выделяется от 40 до 60 кДж/моль (в среднем 50 кДж/моль).

## Механизмы синтеза АТФ

Быстрый расход АТФ требует постоянного ресинтеза этого макроэрга в клетках, обеспечивающего возможность её интенсивной утилизации в организме. Различают 2 механизма ресинтеза АТФ:

*а) окислительное фосфорилирование* – образование АТФ за счет освобождения и аккумуляции энергии, выделяемой в процессе окисления питательных веществ. Этот механизм протекает в митохондриях и является основным путем образования АТФ.

*б) субстратное фосфорилирование* – образование АТФ за счет энергии, заключенной в высокоэнергетических соединениях. (макроэргических субстратах). Этот механизм имеет второстепенное значение, не сопряжен с окислительным распадом веществ, протекает в основном в цитоплазме. К субстратам, богатым энергией, относятся фосфоглицириновая кислота, фосфоэнолпируват (ФЭП), сукцинил-СоА, креатинфосфат, и ряд других.

**Биологическое окисление.** Биологическое окисление в организме может протекать двумя путями:

*а) путем дегидрирования* – отщепления протонов и электронов от окисляемого субстрата. В зависимости от условий (аэробных или анаэробных) акцептором протонов и электронов может быть либо кислород, либо пируват, который восстанавливается в лактат. Аэробный путь окисления протекает в митохондриях и связан с процессами образования АТФ.

Распад органических соединений в живых тканях, сопровождающийся поглощением кислорода и выделением воды и углекислого газа называется тканевым дыханием

*б) путем непосредственного присоединения кислорода к молекуле окисляемого субстрата.* Этот путь протекает в микросомальной фракции, не связан с образованием АТФ и участвует в пластических и детоксикационных процессах, протекающих в организме.