

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

А.В. Берестова

# ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Оренбург  
2021

УДК 663/664(075.8)  
ББК 36-1я73  
Б 48

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Г.А. Сидоренко

**Берестова, А.В.**  
Б 48 Основы функционального питания: учебное пособие /  
А.В. Берестова. – Оренбург: ОГУ, 2021. – 167 с.  
ISBN

В учебном пособии рассмотрены основные принципы функционального питания, категории и подробная характеристика функциональных ингредиентов, их влияние на организм человека.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, профилю «Технология производства продукции общественного питания и ресторанный сервис»

УДК 663/664(075.8)  
ББК 36-1я73

ISBN

© Берестова А.В., 2021  
© ОГУ, 2021

# Содержание

Введение .....	6
1 Общие представления о продуктах функционального питания.....	8
1.1 Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации.....	8
1.2 Определение понятия функционального питания .....	11
1.3 История возникновения и эволюция представлений о функциональном питании.....	14
1.4 Требования к продуктам функционального питания .....	15
1.5 Классификация функциональных продуктов питания.....	17
2 Строение и функции пищеварительной системы человека .....	22
2.1 Общая характеристика и значение процесса пищеварения.....	22
2.2 Строение и функции пищеварительной системы человека .....	23
2.2.1 Ротовая полость.....	24
2.2.2 Глотка .....	26
2.2.3 Пищевод.....	26
2.2.4 Желудок.....	27
2.2.5 Двенадцатиперстная кишка.....	29
2.2.6 Тонкий кишечник .....	31
2.2.7 Толстая кишка .....	31
3 Основные функциональные пищевые ингредиенты .....	33
3.1 Классификация функционально пищевых ингредиентов.....	33
3.2 Пробиотики – как основная категория функционального питания.....	37
3.2.1 История возникновения учения о пробиотиках.....	39

3.2.2 Требования, предъявляемые к микроорганизмам-пробионтам.....	40
3.2.3 Механизм действия пробиотиков.....	41
3.2.4 Влияние пробиотиков на организм человека и использование их в функциональном питании .....	47
3.3 Пищевые волокна .....	55
3.3.1 Общие сведения о пищевых волокнах.....	55
3.3.2 Классификация неперевариваемых углеводов (пищевых волокон).....	56
3.3.3 Биологическое действие пищевых волокон на организм человека .....	63
3.3.4 Источники пищевых волокон .....	71
3.3.5 Нормы потребления неперевариваемых полисахаридов .....	74
3.4 Олигосахариды – как ингредиенты функционального питания .....	76
3.5 Аминокислоты, протеины, пептиды и нуклеиновые кислоты как компоненты продуктов функционального питания.....	82
3.5.1 Физиологическое действие незаменимых аминокислот.....	83
3.5.2 Источники белков .....	92
3.5.3 Физиологическая потребность человека в белках .....	94
3.5.4 Функциональные свойства белков .....	94
3.6 Витамины .....	95
3.6.1 Жирорастворимые витамины.....	97
3.6.2 Водорастворимые витамины.....	102
3.6.3 Витаминоподобные вещества .....	113
3.7 Минеральные вещества как компоненты функционального питания.....	116
3.7.1 Общая характеристика минеральных веществ.....	116
3.7.2 Характеристика макроэлементов .....	120
3.7.3 Характеристика микроэлементов .....	126

3.7.4 Характеристика ультрамикроэлементов.....	134
3.7.5 Приемы устранения макро- и микроэлементозов.....	140
3.8 Полиненасыщенные жирные кислоты как компоненты продуктов функционального питания.....	141
3.8.1 Фосфолипиды, холины и лецитин как компоненты продуктов функционального питания.....	149
3.9 Гликозиды как компоненты продуктов функционального питания.....	153
3.10 Другие функциональные ингредиенты.....	156
Заключение.....	161
Список использованных источников.....	162

## Введение

Функциональные продукты питания – это пищевые продукты, которые имеют дополнительные свойства, помимо традиционной пищевой ценности в связи с обогащением биологически ценными веществами.

Функциональная пища разработана таким образом, чтобы иметь физиологические преимущества или снижать риск развития хронических заболеваний.

То, что пищевые продукты могут быть полезны, не является новостью. Тем не менее, эта философия «еда как лекарство», в 19 веке не пользовалась особой популярностью в связи с развитием фармацевтической промышленности и появлением современных лекарственных средств. В начале 20 века важная роль правильного питания в профилактике заболеваний и укреплении здоровья вновь вышла на первый план. В течение первых 50 лет 20 века ученые уделяли внимание выявлению основных элементов, в частности, витаминов и их роли в профилактике различных заболеваний, связанных с дефицитом питания. Этот акцент на дефиците питательных веществ или «недостаточном питании» резко изменился в 1970-х годах, когда болезни, связанные с избыточным питанием стали новой серьезной проблемой общественного здравоохранения.

В это время внимание стали акцентировать на важности пищевых рационов с низким содержанием насыщенных жиров и высоким содержанием овощей, фруктов, цельного зерна и бобовых, для снижения риска развития хронических заболеваний, таких как болезни сердца, рак, остеопороз, диабет и инсульт. Ученые также начали идентифицировать физиологически активные компоненты в пищевых продуктах растительного и животного происхождения, которые потенциально могли снизить риск возникновения различных хронических заболеваний. Эти научные достижения в сочетании с ростом числа населения старшего возраста, изменениями пищевых привычек, многочисленными техническими достижениями и рынком, созревшим для введения продуктов, способствующих укреплению здоровья, сформировались в 90-х годах. Именно тогда и появились первые функциональные продукты питания.

В настоящее время пищевые продукты интенсивно исследуются на предмет дополнительных физиологических преимуществ, которые могут снизить риск хронических заболеваний или иным образом оптимизировать здоровье. Именно такие исследования привели к глобальному интересу к растущей категории продуктов питания, называемой «функциональными продуктами».

Другим термином, который нередко используют как синоним для функциональных пищевых продуктов, является – нутрицевтик. Термин, введенный в 1991 году Фондом инноваций в медицине, обозначает почти любой биологически активный компонент, который приносит пользу здоровью.

Известно, что болезни, развитие которых связано с нарушениями питания, составляют около 70 % в структуре причин общей смертности.

Структура питания населения, связанная с основными причинами смерти в разных странах, характеризуется высоким содержанием общего и насыщенного жира, холестерина, натрия и рафинированных сахаров и низким содержанием ненасыщенных жиров, зерновых, бобовых, фруктов и овощей.

Накопленный объем исследований в настоящее время позволяет предположить, что потребление определенных продуктов питания или связанных с ними физиологически активных компонентов может быть связано со снижением риска развития некоторых заболеваний. Подавляющее большинство этих компонентов происходит из растений; однако существует несколько классов физиологически активных функциональных пищевых ингредиентов животного и микробного происхождения.

Утверждения о пользе функциональных ингредиентов для здоровья и создание функциональных продуктов питания должны основываться на убедительных научных и экспериментальных данных.

# **1 Общие представления о продуктах функционального питания**

## **1.1 Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации**

Пища является одним из важнейших факторов окружающей среды, оказывающих влияние на состояние здоровья, работоспособность, умственное и физическое развитие, а также на продолжительность жизни человека. Русский физиолог Павлов И.П. говорил, что пища имеет приоритет над всеми остальными факторами, определяющими полноценность здоровья и жизни человека [2].

Однако структура питания современного человека характеризуется негативными тенденциями. Это связано с активным вторжением в жизнедеятельность новых технологий, автоматизацией и компьютеризацией основных производственных процессов, гигантскими информационными потоками, необходимостью мобильного перемещения во времени и пространстве, дефицитом времени для принятия оперативных решений, а также загрязнение окружающей среды [4].

Многие факторы цивилизации, в том числе, многочасовая работа за компьютером, привели к беспрецедентному распространению гиподинамии, что стало прямой причиной эпидемии ожирения, охватившей наше общество. Ею страдают 20 % жителей промышленно развитых стран. Проблема не ограничивается взрослыми, около 12 % детей в возрасте от 7 до 10 лет подвержены той или иной степени ожирения. Это не только проблема лишнего веса, с ожирением связаны серьезные расстройства здоровья, такие как диабет, заболевание сердца и суставов и др. [10].

Вторая группа факторов, от которых зависит состояние здоровья человека, связана с состоянием окружающей среды. Современный человек живет в среде обитания, в значительной мере сформированной им самим, причем эта среда враждебна биологической сущности человека.

Антропогенное загрязнение окружающей среды солями тяжелых металлов, выхлопными газами, органическими загрязнителями нефтехимических производств,

радиоактивное загрязнение питьевой воды, пищевых продуктов – вот далеко не полный перечень агентов окружающей среды, разрушающих здоровье человека.

Кроме загрязнения внешней среды обитания человека, большое значение для состояния его здоровья имеет также неблагоприятное изменение состава внутренней среды организма, характеризующееся накоплением вредных веществ при одновременном дефиците полезных макро- и микроэлементов – все это снижает защитные свойства организма [12].

Теоретические и практические исследования ведущих мировых и отечественных ученых доказали эффективность подхода к ускоренному оздоровлению населения через алиментарную коррекцию. Таким образом, организация полноценного сбалансированного питания стала важнейшей социальной задачей и приоритетным направлением современной пищевой индустрии.

Концепция внедрения в рацион россиян сбалансированных пищевых продуктов для сохранения и укрепления здоровья отражена в государственной политике РФ в области здорового питания населения [16].

В Основные принципы государственной политики в области здорового питания включены следующие положения:

1. Питание должно не только удовлетворять физиологические потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные задачи;

2. Питание должно способствовать защите организма человека от неблагоприятных условий окружающей среды.

Основные направления государственной политики в области здорового питания указывают на создание:

– технологий производства качественно новых пищевых продуктов с направленным изменением химического состава, соответствующих потребностям организма человека, в том числе: продуктов питания массового потребления для различных возрастных групп населения; продуктов лечебно-профилактического назначения для предупреждения различных заболеваний и укрепления защитных функций организма, снижения риска воздействия вредных веществ, в том числе для

населения, проживающего в зонах экологически неблагоприятных по различным видам загрязнений;

– продуктов питания для военнослужащих и групп населения, находящихся в экстремальных условиях [18].

По итогам успешной реализации госполитики в области здорового питания будут:

1) увеличены доли производства:

– обогащенных витаминами и минеральными веществами продуктов массового потребления, а значит повышение адекватной обеспеченности витаминами детей и взрослых;

– молочных и мясных продуктов со сниженным содержанием жира;

– мясного сырья и продуктов его переработки, пищевой рыбной продукции (включая консервы);

– овощей и фруктов, а также продуктов их переработки;

2) повышение уровня обеспечения сбалансированным горячим питанием в организованных коллективах (в т.ч. трудовых);

3) снижение распространенности ожирения и гипертонической болезни среди населения; снижение заболеваемости среди детей и подростков, связанных с питанием (анемия, недостаточность питания, ожирение, болезни органов пищеварения) [1].

В результате реализации этой Концепции во многих регионах, в том числе Оренбургской области, были приняты программы по улучшению питания населения, появились центры, специализирующиеся на производстве функциональных продуктов. Наметились улучшения в области питания – изменилась структура потребления пищевых продуктов, в частности увеличилась доля мясных и молочных продуктов, фруктов и овощей [22].

Тем не менее, Россия до сих пор значительно отстаёт от европейских стран по уровню смертности от хронических болезней. Многие россияне не ведут здоровый образ жизни по ряду причин. Например, активная пропаганда и доступность снековой продукции с избыточным содержанием сахара и жира, заставляет школьников и студентов отказываться от полноценного правильного питания.

Нарушение прав работника на полноценный обеденный перерыв вынуждает его ограничиваться пищей «фаст-фуд», а также компенсировать недостаточное дневное питание поздним ужином [5].

В связи с этим, активная пропаганда здорового образа жизни и введение в повседневный рацион полноценных сбалансированных продуктов питания остается приоритетной социально-политической задачей, для решения которой должны быть задействованы современные достижения пищевой индустрии.

Однако, нужно отметить, что и в России конструирование и производство продуктов функционального питания набирает обороты [2].

## **1.2 Определение понятия функционального питания**

Функциональное питание включает продукты питания, которые при систематическом употреблении оказывают лечебно-профилактический эффект посредством целенаправленного улучшения физиологических функций организма и его отдельных органов и систем [8].

Правовой основой, регулирующей различные аспекты применения функциональных продуктов питания (ФПП), стал первый национальный терминологический стандарт ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения». Этот документ впервые в России законодательно устанавливает термины и определения в области ФПП, которые предназначены для применения во всех видах документации и литературы по ФПП и физиологически функциональным пищевым ингредиентам. В стандарте даны определения следующим терминам: функциональный пищевой продукт, обогащенный пищевой продукт, функциональный пищевой ингредиент [14,32].

Функциональный пищевой продукт (ФПП) – специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического потребления в составе пищевых рационов всеми возрастными уровнями, обладающими подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, предотвращающих дефицит или восполняющий имеющийся дефицит питательных веществ, сохраняющих и

улучшающих здоровье за счет наличия в его составе функциональных ингредиентов. К ФПП относятся продукты, которые влияют на микробиоценоз.

Обогащенный пищевой продукт – ФПП, получаемый добавлением одного или нескольких функциональных ингредиентов к традиционным пищевым продуктам в количестве, обеспечивающим дефицит каких либо веществ и восстанавливающий микрофлору [6].

Функциональный пищевой ингредиент (ФПИ) – вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 % до 50 % от суточной физиологической потребности [14].

К физиологически функциональным пищевым ингредиентам относят биологически активные и/или физиологически ценные, безопасные для здоровья, имеющие точные физико-химические характеристики ингредиенты, для которых выявлены и научно обоснованы свойства, установлены нормы ежедневного потребления в составе пищевых продуктов, полезные для сохранения и улучшения здоровья: пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики или синбиотики [14].

Таким образом, в настоящее время в структуре современного питания можно выделить три группы продуктов:

1. Продукты массового потребления – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, выработанные по традиционной технологии.

2. Функциональные пищевые продукты – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, полезные для здоровья.

3. Продукты лечебного питания – пищевые продукты специального назначения (для отдельных групп населения) в качестве лечебного приема в

комплексной терапии заболеваний, характеризующиеся измененными химическим составом и физическими свойствами [3].

В отличие от традиционных продуктов питания, потребительские свойства ФПП, наряду с пищевой полезностью и вкусовыми качествами, включают понятие физиологического воздействия.

Таким образом, в категорию функциональных пищевых продуктов следует включать:

- натуральные продукты, естественно содержащие требуемые количества функционального ингредиента или группы ингредиентов;

- натуральные продукты, из которых удален компонент, препятствующий проявлению физиологической активности присутствующих в них функциональных ингредиентов;

- натуральные продукты, в которых исходные потенциальные функциональные ингредиенты модифицированы таким образом, что они начинают проявлять свою биологическую или физиологическую активность или эта активность усиливается;

- натуральные пищевые продукты, в которых в результате тех или иных модификаций биосвояемость входящих в них функциональных ингредиентов увеличивается;

- натуральные продукты, дополнительно обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом или группой ингредиентов;

- натуральные или искусственные продукты, которые в результате применения комбинации вышеуказанных технологических приемов,

- приобретают способность сохранять и улучшать здоровье человека и/или снижать риск возникновения заболеваний [6].

### **1.3 История возникновения и эволюция представлений о функциональном питании**

Русский ученый Илья Ильич Мечников был первым биологом, не только обратившим внимание на роль симбиотических взаимоотношений в обеспечении резистентности организма, но и концептуально обосновавшим возможность использования этих биоценологических связей в практических целях.

И.И. Мечников установил, что организм животного и человека представляет собою уникальную симбиотическую систему, важную роль в которой играют симбионты-микробы. Все дальнейшее развитие учения о нормальной микрофлоре полностью подтвердило эту позицию. Более того, открытие симбиоза макро- и микроорганизмов на внутриклеточном и особенно на генетическом уровнях позволяет считать данный тип взаимоотношений одним из определяющих факторов в развитии и существовании человека и животных [20].

В 1908 году И.И. Мечников опубликовал статью «Несколько слов о кислом молоке», где он доказал, что кислое молоко, благодаря присутствию в нем болгарской палочки, положительно действует на микрофлору кишечника и улучшает пищеварение. Эти исследования стали фактическим началом учения о пробиотиках, и как следствие, о функциональном питании [9].

Научная популяризация кисломолочного питания в начале 20 века положила начало выпуску йогуртов во Франции, так как И.И. Мечников работал тогда в Париже, в России – мечниковской простокваши, ацидофилина, ряженки, кефира.

Прототипы продуктов функционального питания впервые появились в Японии. В этой стране в 1955 году был разработан первый ферментированный кисломолочный продукт. Он был создан на основе лактобацилл. Японские медики уже тогда понимали, что здоровье человека невозможно без поддержания нормальной микрофлоры кишечника. В 1984 году японцы начали осуществление первого государственного проекта, главной целью которого являлось создание системы функционального питания. Это новое научное направление получило официальное признание в 1989 году. Тогда же в литературе начал употребляться

термин «функциональное питание». В 1991 году такая система была оформлена на законодательном уровне. Тогда же была разработана концепция пищевых продуктов, которые могут использоваться с целью поддержания здоровья [7].

Что касается нашей страны, то и наши медики в 70-е годы прошлого века начали заниматься вопросами создания препаратов на основе живых бифидобактерий. Было установлено, что такие препараты помогают предотвращать и лечить запоры, дисбактериозы различного происхождения, острые и хронические кишечные инфекции, аллергии, внутрибольничные инфекции, нейродермиты и т.п.

В российскую литературу термин «функциональное питание» впервые был введен в 1993 году. В 1995 году в европейских странах был разработан документ «Научная концепция функционального питания в Европе». В 1998 году в нашей стране была одобрена политическая концепция, направленная на внедрение в стране принципов здорового питания [4].

#### **1.4 Требования к продуктам функционального питания**

Продукты функционального назначения призваны выполнять определенную цель – сохранять и улучшать здоровье, снижать риск развития заболеваний, связанных с питанием. Способ достижения цели – физиологическое воздействие функционального продукта за счет наличия в составе физиологически активных пищевых ингредиентов [10].

Условие достижения цели – систематическое употребление населением функциональных продуктов в составе пищевых рационов. Однако не всякий обогащенный продукт является функциональным.

Основное внимание при разработке и создании функциональных продуктов питания уделяется общим и медико-биологическим требованиям к разрабатываемым продуктам и добавкам [17].

Продукты функционального питания должны отвечать ряду общих требований:

1. ФПП должен быть основан на веществах природного происхождения;

2. ФПП должен являться продуктом массового спроса, составляющим часть ежедневного питания;

3. ФПП должен быть изготовлен по современным технологиям, позволяющим добиваться больших сроков хранения, быстрого и комфортного приготовления;

4. ФПП должен легко усваиваться организмом и не обладать побочными эффектами [2].

Требования, предъявляемые к функциональным продуктам питания, имеют свою специфику. Так, например, диетические продукты питания и продукты питания для детей (общего назначения) отличаются содержанием предельно допустимых значений жира, белка, аминокислотного состава, витаминов, микроорганизмов и т.д. [18].

Учитывая то, что функциональную направленность продуктам придают в основном вводимые в рецептуры биологически активные добавки, в первую очередь рассматриваются требования, предъявляемые к ним.

К основным медико-биологическим требованиям относятся:

– Безвредность – отсутствие прямого вредного влияния, побочного вредного влияния (алиментарной недостаточности, изменения кишечной микрофлоры), аллергического действия; потенциальное действие компонентов друг на друга; не превышение допустимых концентраций). Функциональная пища не должна представлять какую-либо опасность для здоровья человека. Поскольку переизбыток некоторых веществ так же вреден, как и недостаток, содержание функциональных ингредиентов в обогащенном продукте должно быть следующим: 1 порция удовлетворяет потребность в этих веществах от 30 % до 50 %. Оставшиеся от 50 % до 70 % должны восполниться за счет обычной еды [22].

– Органолептические – не ухудшение органолептических свойств продукта. Очень важно сделать так, чтобы при добавлении функциональных ингредиентов не менялся привычный вкус продуктов. Этим функциональные продукты принципиально отличаются от тех продуктов, в которые добавляют различные ароматизаторы, красители (например, хлебцы, сухарики, чипсы) [28].

– **Общегигиенические** – отсутствие негативного влияния на пищевую ценность продукта. При производстве функциональных продуктов необходимо учитывать возможность химического взаимодействия вводимых функциональных добавок между собой и другими компонентами пищи. Выбирают такие сочетания, которые обеспечат их максимальную сохранность. Главная задача технологов – выделить активное функциональное вещество в как можно более чистом виде, по возможности без вкуса и запаха, чтобы потом его можно было добавить в любой готовый продукт и не изменять органолептические показатели данного продукта.

– **Технологические** – не превышение требований по технологическим условиям. Для изготовления функциональных продуктов необходимо применять щадящие режимы обработки сырья, избегать таких операций как жаренье, воздействие химических кислот, сильного и частого измельчения, соприкосновения с металлическими предметами, излишнее воздействие солнечного света, поскольку все эти манипуляции могут разрушать функциональные ингредиенты.

– **Адаптационные** – важно помнить, что у каждой возрастной группы людей существуют свои потребности в определенных компонентах. Введение функциональных ингредиентов зависит от многих факторов: возраст, пол, состояние здоровья, острая или хроническая фаза заболевания, профессиональная деятельность, климат, место жительства [16].

Помимо медико-биологических требований к функциональным продуктам питания, обязательным условием их создания является разработка рекомендаций к их применению или клиническая апробация. Так, например, для диетических продуктов питания не требуется проведения клинических испытаний, а для лечебных продуктов клиническая апробация обязательна.

## **1.5 Классификация функциональных продуктов питания**

К функциональным продуктам питания относят продукты, обладающие помимо основной функции снабжения организма человека нутриентами, дополнительным положительным действием на здоровье и/или предотвращающие

то или другое заболевание. Таким образом, получение функциональных продуктов подразумевает повышение содержания в них физиологически значимых для человека биологически активных соединений и/или снижение нежелательных компонентов (например, тяжелых металлов и нитратов в растительной пище) [19].

К функциональным относят продукты из сырья растительного и животного происхождения, систематическое употребление которых регулирует обмен веществ. Такие продукты должны содержать в сбалансированном количестве белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины и другие биологически активные вещества.

Функциональные продукты подразделяют на натуральные и искусственные. Первые сами по себе содержат значительное количество физиологически-функциональных ингредиентов; вторые – приобрели такие свойства вследствие специальной технологической обработки [31].

Общая классификация функциональных продуктов включает в себя следующие категории:

1. Категория А – продукты, содержащие в нативном виде значительные количества функциональных ингредиентов или их группы. Среди продуктов на растительной основе можно выделить – соки прямого отжима.

2. Категория Б – продукты, в которых технологически понижено содержание вредного для здоровья ингредиента или их группы.

3. Категория В – продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами с помощью различных технологических приемов.

В пищевой промышленности также применяют частные классификации, которые характеризуют ассортимент функциональных продуктов внутри товарных групп [12].

Так функциональные хлебобулочные изделия включают следующие группы продуктов:

– с кальцием, витаминами, витаминно-минеральными препаратами, белковыми обогатителями, пшеничными зародышевыми хлопьями – для детей;

– с пищевыми волокнами (с отрубями, из муки цельномолотого зерна) – для людей среднего и пожилого возраста;

– для людей разных профессий: с повышенным содержанием белка и витаминов, витаминно-минеральных препаратов (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР и Са) – для шахтеров, металлургов;

– пониженной калорийности – для людей, профессии которых не связаны с большой физической нагрузкой;

– для населения зон экологического неблагополучия – с использованием радиопротекторных компонентов, детоксикантов – β-каротина, микрокристаллической целлюлозы, пектиносодержащих продуктов, морепродуктов (порошок морской капусты), кальция, йодсодержащих препаратов, семян льна и др.

Молочные продукты функционального назначения включают следующие группы:

– первая группа – молочные продукты, обладающие пробиотическими и (или) пребиотическими свойствами. К ним могут быть отнесены традиционные (классические) кисломолочные продукты; кисломолочные продукты, обогащенные бифидобактериями; молочные продукты с пребиотиками; молочные продукты, обогащенные синбиотиками (сочетание пробиотика с пребиотиком);

– вторая группа – биологически активные добавки к пище, включающие БАД-нутрицевтики, БАД-пробиотики; БАД-парафармацевтики;

– третья группа – группа, объединяющая продукты лечебного и лечебно-профилактического питания; детского и геродиетического питания; продукты для питания участников образовательного процесса (школьники, студенты и т.п.); продукты для спорта и фитнеса; молочные и молкосодержащие продукты со сбалансированным составом по основным нутриентам для детерминированных групп потребителей [4].

Жировые функциональные продукты выделяют также несколько групп:

– первая группа – продукты, изначально содержащие значительное количество одного или нескольких функциональных ингредиентов. Примером служат масла с высоким содержанием омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) (масла тропических фруктов, семян сои, растений семейства шалфеевых, масла рыб, обитающих в Северной Атлантике и холодных областях Тихого океана)

и токоферола (масло из зародышей пшеницы, соевое, арахисовое и подсолнечное масла);

– вторая группа – продукты, из которых исключены вещества, вредные для здоровья и/или препятствующие проявлению его функциональности. Уменьшения доли вредных для здоровья веществ в жировом продукте достигают за счет снижения в его составе доли животных жиров, включающих насыщенные жирные кислоты, холестерина, а также гидрированных жиров с высоким содержанием трансизомерных жирных кислот;

– третья группа – продукты, в которых в результате технологических модификаций усилено действие входящих в них функциональных ингредиентов. Так, внесение натуральных антиоксидантов, таких как лецитин и аскорбилпальмитат, в жиры и жиросодержащие продукты препятствует их порче и утрате содержащихся в них витаминов А и Е. Применение в эмульсионных жировых продуктах витамина В<sub>6</sub> наиболее эффективно в составе многокомпонентных витаминных премиксов, поскольку некоторые витамины группы В, такие как рибофлавин, биотин, ниацин, являясь синергистами витамина В<sub>6</sub>, усиливают его активность;

– четвертая группа ФПП – продукты, обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом. Для обогащения жировых продуктов, как правило, применяют витамины А, Д, Е, β-каротин, ПНЖК и их источники, фосфолипиды, в последнее время – растворимые пищевые волокна, фитостерины [7].

Функциональные безалкогольные напитки включают следующие группы:

– напитки, восполняющих дефицит эссенциальных пищевых веществ;

– напитки, восполняющие энергетические затраты и повышающие физическую и умственную работоспособность. В основном это продукты, содержащие большое количество углеводов в виде сахара, незаменимые аминокислоты, кофеин, экстракты растений, обладающих биостимулирующими свойствами;

– напитки, предназначенные для профилактики соматических заболеваний человека. Они способны препятствовать возникновению и развитию сердечно-

сосудистых заболеваний и заболеваний ЖКТ с помощью витаминов, ПНЖК, минеральных веществ и пищевых волокон;

– напитки, предупреждающие негативное влияние на здоровье человека агрессивных факторов среды, обладающих генотоксическими, иммунотоксическими, тератогенными и другими токсикологическими эффектами.

## **2 Строение и функции пищеварительной системы человека**

### **2.1 Общая характеристика и значение процесса пищеварения**

Пищеварение представляет собой совокупность механической, химической и ферментативной переработки пищевых продуктов, поступающих с повседневным рационом. Это один из наиболее значимых процессов жизнедеятельности человека, в результате которого в организм поступают необходимые белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества и другие полезные ингредиенты. Именно поэтому правильная работа пищеварительной системы человека служит основой полноценного жизнеобеспечения: в ходе основных процессов, протекающих в ЖКТ, каждая клетка насыщается питательными веществами, которые впоследствии преобразуются в энергию или расходуются на метаболические нужды. Кроме того, система пищеварения отвечает ещё и за водно-электролитный баланс, регулируя норму поступления жидкости из продуктов питания [8].

Условно все функции, возложенные на пищеварительную систему человека, можно разделить на 4 ключевые группы:

1. Механическая – этап, который подразумевает измельчение поступающих продуктов питания для дальнейшего расщепления и обработки.

2. Секреторная – это функции, относящиеся к комплексным, и заключающиеся в производстве ферментов, необходимых для пищеварительных процессов — желудочного и кишечного соков, желчи, слюны.

3. Всасывающая – после того как продукты расщепляются на молекулы нутриентов, пищевая цепочка не заканчивается, ещё необходимо, чтобы они усвоились в ЖКТ и смогли выполнять возложенные на них функции — энергообеспечение, метаболизм, различные физиологические процессы и т.д.

4. Выделительная – непереваренные и неусвояемые остатки формируются в каловые массы и выводятся из организма.

Все эти функции выполняются поэтапно: сначала пища измельчается и смягчается за счёт жидкой части слюны, затем расщепляется на различные вещества, полезная часть которых всасывается организмом, а балластная выводится

наружу. При малейшем сбое на любом из указанных этапов эта цепочка прерывается, и в этом случае возможны несколько исходов, каждый из которых сопряжён с определёнными осложнениями. Либо организм недополучает питательные компоненты, страдая от недостатка энергетических ресурсов, либо невыполненные функции компенсируются за счёт других отделов пищеварительной системы, что рано или поздно вызывает ещё более серьёзные проблемы. Поэтому очень важно знать, насколько качественно каждый орган, входящий в состав пищеварительной системы, выполняет возложенную на него функцию, от этого зависит не только полноценное пищеварение, но и здоровье организма в целом.

## **2.2 Строение и функции пищеварительной системы человека**

Все органы, относящиеся к системе пищеварения, чаще всего классифицируют, исходя из их расположения, выделяя передний, средний и задний отделы (рисунок 2.1). Однако с точки зрения функциональности куда проще рассматривать пищеварительную систему как комплекс органов желудочно-кишечного тракта, по которому пища проходит основной путь от привычного блюда до полного расщепления, и ферментативную систему, отвечающую за выделение определённых веществ, значительно облегчающих продвижение и расщепление пищевых масс [41].

Пищеварительный тракт (ПТ) человека на всем протяжении имеет трехслойное строение. От внутренних органов сверху ПТ защищен серозной оболочкой, второй слой – мышечный, который состоит преимущественно из гладкой мускулатуры. Мышечные сокращения способствуют механическому перемещению пищи по пищеварительному тракту. Внутри весь пищеварительный канал выстлан слизистой оболочкой, которая предотвращает внутренние слои от механических воздействий, а также выделяет различные секреты, способствующие пищеварению [9].

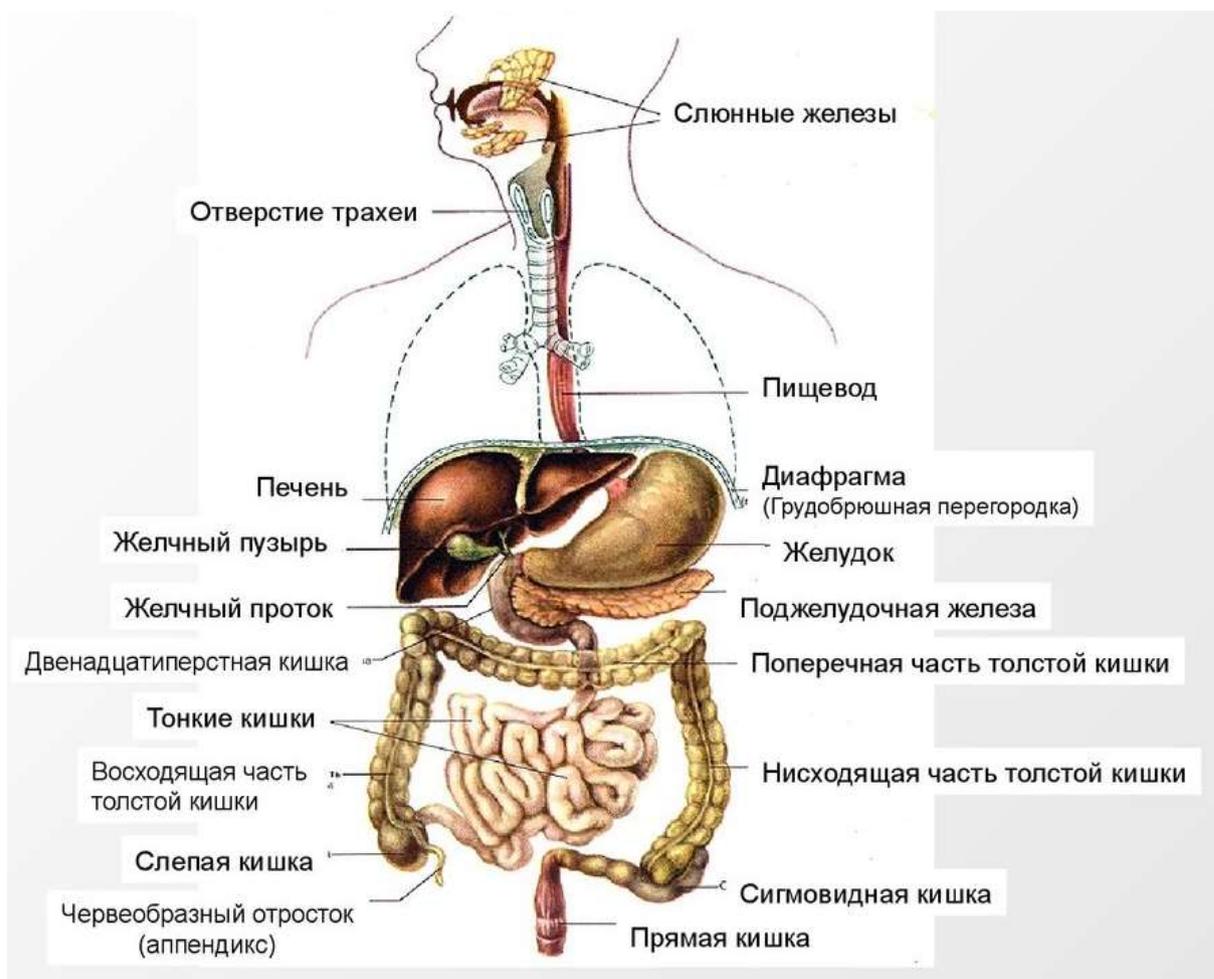


Рисунок 2.1 – Строение пищеварительной системы человека

### 2.2.1 Ротовая полость

Ротовая полость представляет собой отверстие, через которое пища поступает непосредственно в организм в привычном для нас виде готовых блюд повседневного меню. К ней относятся губы, зубной ряд, язык и слюнные железы, которые значительно облегчают механический процесс измельчения. Губы являются замыкающим звеном и удерживают пищу в ротовой полости, зубы справляются с измельчением более крупных и твёрдых кусков, язык и дёсны перемалывают мелкие мягкие кусочки, формируя пищевой комок, который смачивается слюной и благодаря этому легко проходит в дальние участки пищеварительного тракта [40].

Основную функцию механического измельчения выполняет зубной ряд. У новорождённых младенцев в 99,8 % зубы отсутствуют, поэтому они могут питаться

только специальной гомогенизированной пищей. Однако уже к полугоду, как правило, у малышей появляется один, а то и несколько молочных зубов, что является сигналом к введению прикорма – ребёнок уже может воспринимать и другие продукты, помимо грудного молока или адаптированной детской смеси. По мере увеличения количества зубов меню становится более разнообразным, и к 10-12 годам, когда все молочные зубы сменяются постоянными, ребёнок может измельчать и переваривать пищу наравне с взрослым.

В ротовой полости проходит не только механический процесс измельчения пищи: здесь выполняются и другие, куда более значимые функции. Сосочки, расположенные на языке, позволяют оценить температуру, вкус и качество пищи, предотвращая возможное отравление испорченными продуктами, термические ожоги и повреждение слизистой [37].

В ротовой полости находятся слюнные железы и отвечают за синтез ферментативной жидкости, которая смачивает пищу и подготавливает её к расщеплению. Этот орган представлен несколькими парами более крупных желёз (околоушные, подъязычные, подчелюстные), а также многочисленными мелкими желёзками. Слюна имеет довольно сложный химический состав – содержит водянистый и слизистый секрет, ферменты  $\alpha$ -амилазу и мальтазу, вещество белковой природы – муцин, который способствует склеиванию пищевых частиц между собой и образованию пищевого комка, а также лизоцим – это антибактериальное вещество, обеззараживающее поступающую пищу и защищающее ротовую полость от болезнетворных микроорганизмов. При пережевывании пищи мальтаза расщепляет мальтозу на 2 молекулы глюкозы, амилаза расщепляет крахмал на декстрины, потом в мальтозу, под воздействием которых происходит первичное расщепление продуктов и их подготовка к дальнейшему пищеварению.

Концентрация этих ферментов обычно очень высока, поскольку до момента проглатывания пища находится в ротовой полости в среднем от 18 до 23 секунд. Однако далеко не всегда этого времени бывает достаточно, поэтому гастроэнтерологи рекомендуют тщательно и длительно пережевывать каждый

кусочек, тогда крахмалы успеют полностью расщепиться, а сама пища станет более мягкой и однородной [11].

В ротовой полости пища в процессе жевания измельчается, смачивается слюной и превращается в пищевой комок. Пищевой комок перемещается в глотку.

### **2.2.2 Глотка**

Глотка является воронкообразной пищеварительной трубкой, которая соединяет ротовую полость и непосредственно пищевод. Единственной её функцией является глотательный процесс, который происходит рефлекторно. Её длина составляет около 10 см, которые разделяются примерно поровну между рото-, носоглоткой и гортанной частью. Именно здесь пересекаются дыхательная и пищеварительная системы, разделённые надгортанником, который в норме препятствует попаданию пищи в лёгкие. Однако при недостаточной его работе или спонтанном глотании этот защитный процесс нарушается, в результате чего может появиться асфиксия.

### **2.2.3 Пищевод**

Передний отдел желудочно-кишечного тракта завершается полой трубкой длиной порядка 25 см, верхняя часть которой образована преимущественно поперечно-полосатыми мышечными волокнами, а нижняя – гладкими. Благодаря такому чередованию в пищеводе происходит волнообразное сокращение и расслабление, которое постепенно продвигает измельчённую и подготовленную к перевариванию пищу в полость желудка. Этот процесс является единственной значимой функцией пищевода, здесь не происходит каких-либо других физических, химических или метаболических процессов.

Пищевод не несет никакой пищеварительной функции. Когда пища проходит по пищеводу и растягивает его – рефлекторно раскрывается вход в желудок. После

перехода пищи в желудок, вход в него из пищевода снова закрывается, и остается закрытым до нового поступления пищи в пищевод из ротовой полости. Иногда этот вход не закрывается полностью и кислое содержимое желудка попадает в пищевод – это называется изжогой.

#### 2.2.4 Желудок

Желудок выглядит как полый мышечный орган, расположенный в левом подреберье, имеющий трехслойное строение. Самый наружный – серозный; второй – мышечный, расположен радикально; третий – слизистая оболочка. Он является расширением пищевода с сильно развитыми мышечными стенками, которые отлично сокращаются, способствуя перевариванию пищи. Благодаря скоординированной работе мышечных волокон форма и размер желудка могут меняться в зависимости от пищевых привычек и определённой фазы пищеварительной цепочки. К примеру, пустой желудок среднестатистического взрослого человека имеет объём не более полутора литров, однако после приёма пищи он может с лёгкостью увеличиться до 3, а то и 4 литров, то есть более чем в 2 раза [37].

То же самое касается и людей, склонных к частому перееданию: регулярное употребление больших порций приводит к перерастяжению мышечных волокон, из-за чего стенки желудка становятся дряблыми, а общий объём увеличивается. Это, в свою очередь, вызывает нарушение пищевых привычек и способствует накоплению лишнего веса. Поэтому все без исключения диетологи и рекомендуют питаться часто, но дробными порциями: такой рацион более физиологичен.

Пищеварение в желудке длится от 4 до 8 часов. Желудок в процессе эволюции возник как орган, «складирующий» пищу, и осуществляющий начальные стадии ее переваривания. Здесь происходит полостное пищеварение с помощью собственных ферментов и автолиз – расщепление пищи ферментами, находящимися в ней самой. В желудке происходит химическое изменение пищевых веществ под действием желудочного сока, которой выделяется слизистой оболочкой желудка. Желудочный

сок – это бесцветная прозрачная жидкость, содержащая соляную кислоту концентрацией от 0,4 % до 0,5 %. Кроме того желудочный сок содержит протеазы, пепсин, гастрин, желатиназу – ферменты класса гидролаз, расщепляющие пептидные связи между аминокислотами в белках и пептидах и липазу, расщепляющую жиры.

Соляная кислота активирует ферменты, вызывающие денатурацию и набухание белков, а также обладает бактерицидным действием. Смесь пищи и желудочного сока называется химусом. В зависимости от объема, характера и консистенции пища задерживается в желудке на несколько часов. Пища, богатая углеводами, эвакуируется быстрее, чем богатая белками. Жирная пища задерживается в желудке от 8 до 10 часов. Содержимое желудка переходит в кишечник, когда его консистенция становится жидкой или полужидкой.

Во время глотания мышцы, формирующие стенки желудка, расслабляются, пропуская пищевой комок, или, как его именуют в диетологии, химус, внутрь. Это происходит до тех пор, пока трапеза не закончится (или не наполнится желудок), после чего стенки вновь сокращаются – так начинается метаболический процесс. Под давлением перистальтики химус перемешивается, перетирается и разрыхляется, подвергаясь воздействию желудочного сока. Кислотная составляющая внутренней среды желудка вырабатывается в складках слизистой оболочки, где располагаются специальные секреторные железы. Пища постепенно пропитывается этим секретом, измельчается, становится более мягкой и рыхлой, что способствует скорейшему её разложению на молекулы [12].

Затем специальные ферменты желудочного сока – протеазы начинают процесс расщепления белковых структур. Однако процесс этим не завершается, в желудке белки только подготавливаются к полному разложению, распадаясь на сложные многокомпонентные вещества. Кроме того, здесь же происходит расщепление эмульгированных липидов на глицерины и жирные кислоты и завершается метаболизм крахмалов.

Состав и концентрация желудочного сока напрямую зависит от пищевых привычек человека. Так, наибольшее его количество синтезируется в ответ на белковую пищу, а наименьшее – на жирную. Именно поэтому липиды гораздо

сложнее расщепляются и чаще приводят к появлению лишнего веса, чем остальные вещества, входящие в состав рациона.

### 2.2.5 Двенадцатиперстная кишка

Тонкий кишечник является самой длинной частью пищеварительной системы человека. Его общая длина может достигать от 5 до 7 метров, которые умещаются в брюшную полость только благодаря продуманному петлеобразному расположению. В тонком кишечнике выделяют следующие участки:

- двенадцатиперстная кишка (около 30 см);
- тощая кишка (порядка 2,5 метров);
- подвздошная (2,5–3,5 м).

Пища подвергается действию поджелудочного сока, желчи и специальных желез. Поджелудочный сок называют панкреатическим соком – бесцветная прозрачная жидкость, рН=7,8 – 8,4. Содержит ферменты на все группы пищевых веществ: на белки – трипсин, химотрипсин, эластаза, карбоксипептидаза, аминопептидаза. Присутствующая липаза расщепляет жиры, амилаза – крахмал, рибонуклеаза и др. Секреция поджелудочного сока начинается через 2-3 минуты после приема пищи и продолжается от 6 до 14 часов в зависимости от состава пищи. Наиболее длительный – при приеме жирной пищи.

Поджелудочная железа является вспомогательным ферментативным органом, который синтезирует вещества, необходимые для полноценного переваривания нутриентов. В её клетках продуцируется панкреатический сок, который содержит все необходимые химические соединения для подготовки и последующего расщепления липидов, протеинов и углеводов. Кроме того, в состав сока поджелудочной железы входит панкреатическое вещество, которое вырабатывается протоковыми клетками. За счёт бикарбонат-ионов эта жидкость нейтрализует кислотную составляющую остаточных продуктов пищеварения, препятствуя тем самым раздражению и повреждению слизистых оболочек [39].

В двенадцатиперстную кишку изливаются протоки желчного пузыря. Анатомически желчный пузырь является придатком печени, в котором скапливается запас желчи на случай острой необходимости организма. При поступлении большого количества пищи, особенно жирной, жареной, копчёной накопленная желчь выбрасывается в просвет тонкого кишечника, чтобы поддержать и ускорить процессы метаболизма. Однако такой механизм необходим далеко не всегда, поэтому поступление желчи четко дозируется при помощи клапанов и желчных проходов и увеличивается только в том случае, если в ЖКТ попадает тяжелая для расщепления пища.

Большая роль в пищеварении принадлежит печени. Она выполняет две группы функций: пищеварительную и непищеварительную. Клетки печени вырабатывают и секретируют желчь, которая собирается в желчном пузыре. Желчь поступает в 12-перстную кишку, выполняет следующие функции: повышает активность липазы, эмульгирует жиры, участвует во всасывании жирных кислот и усиливает моторику кишечника. В состав желчи входят желчные кислоты и желчный пигмент билирубин. В желчи содержатся так же лецитин, холестерин, жиры и неорганические соли. Реакция у желчи слабощелочная. В сутки у взрослого человека выделяется от 500 до 700 мл желчи. Поступает в 12-перстную кишку через 5-10 минут после приема пищи [15].

Благодаря своей многофункциональности печень относится сразу к нескольким системам организма, одной из которых является пищеварительная. В печёночных клетках происходит трансформация аминокислот, свободных жирных кислот, молочной кислоты и глицерина в глюкозу, которая служит энергетическим резервом для организма человека. Кроме того, печень играет ключевую роль в нейтрализации токсичных соединений, которые поступили в систему пищеварения. Такая защитная реакция предотвращает тяжёлые последствия пищевых отравлений и очищает ЖКТ от вредных компонентов, попавших в организм.

### **2.2.6 Тонкий кишечник**

Пищеварение в тонком кишечнике не только полостное, но и пристеночное, которое происходит под действием кишечного сока – он имеет щелочную реакцию, и содержит ферменты на все группы веществ. В тонком кишечнике происходит полное расщепление всех веществ до мельчайших молекул и так же происходит всасывание этих молекул через клеточную мембрану в кровь и лимфу. Общая всасывающая поверхность кишечника составляет около 500 м<sup>2</sup> благодаря большому количеству особых складок и ворсинок. Клетки слизистой содержат до 4000 микроворсинок. На 1 мм<sup>2</sup> поверхности кишечного эпителия содержится около 50-200 млн микроворсинок. Каждая ворсинка имеет собственную сеть лимфатических и кровеносных капилляров, сквозь тонкие стенки которых молекулы белков, жиров и липидов просачиваются в кровь, разносясь по организму и образуя энергетическое депо. Это позволяет получить из поглощённых пищевых продуктов максимум полезных веществ.

Микроворсинки способствуют сокращению и расслаблению в ритме 6 раз/мин – это увеличивает скорость как пищеварения, так и всасывания. Движение пищевого комка осуществляется с помощью мышечного слоя (маятникообразно, перистальтически).

Начиная с привратника желудка, вплоть до толстой кишки просвет тонкого кишечника постоянно сужается. Перистальтическое сокращение постепенно продвигает химус, продолжая расщеплять его на молекулы нутриентов. Здесь пищевой комок ещё несколько раз перемешивается, размягчается и постепенно всасывается клетками слизистой [37].

### **2.2.7 Толстая кишка**

Толстым кишечником завершается пищеварительная цепочка. Общая длина этой кишки составляет около полутора метров, от которых в самом начале отходит

маленький слепой отросток – аппендикс. Совсем небольшой по размеру орган является своеобразным мешочком, который в некоторых случаях может воспаляться и вызывать острое состояние, требующее немедленного хирургического вмешательства.

Под воздействием слизи толстого кишечника происходит всасывание некоторых витаминов, глюкозы, аминокислот, синтезируемых микроорганизмами флоры. Кроме того, здесь усваивается большая часть жидкости и электролитов, необходимых для поддержания водного баланса в клетках организма. В толстом кишечнике обитают бактерии, которые сбраживают полисахариды, клетчатку, пектиновые вещества, вырабатывают энергию. Толстый кишечник обладает способностью выделять в просвет пищеварительные соки с небольшим количеством ферментов.

Финальным отделом кишечника служит прямая кишка, заканчивающаяся анальным отверстием, через которое организм покидают ненужные вещества, сформированные в каловые массы. Если весь пищеварительный процесс не нарушен, в общей сложности он занимает порядка 3-х суток, из которых 3–3,5 часа приходится на доставку химуса до толстой кишки, ещё 24 часа на её заполнение и максимум 48 – на опорожнение.

Пищеварение человека – сложный и филигранный механизм, качество работы которого напрямую зависит от правильного функционирования каждого органа, каждой клетки, образующей эту систему. Такой баланс возможен только в случае бережного и деликатного отношения к собственному пищеварительному тракту. Не стоит перегружать его непомерными порциями, жирной, тяжёлой и жареной пищей, мясными продуктами, которые загрязняют организм и не приносят ничего, кроме вреда, в этом случае человека не беспокоят метаболические проблемы, а организм всегда будет обеспечен достаточным количеством энергии без риска дефицита или, наоборот, избыточного накопления жировых отложений и лишнего веса [2].

## **3 Основные функциональные пищевые ингредиенты**

### **3.1 Классификация функционально пищевых ингредиентов**

По ГОСТ Р 52349-2005 функциональный пищевой продукт – это специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [14].

Функционально пищевым ингредиентом могут быть живые микроорганизмы, вещества или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 10 % от суточной физиологической потребности в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта [36].

К функциональным пищевым ингредиентам относят физиологически активные, ценные и безопасные для здоровья ингредиенты с известными физико-химическими характеристиками, для которых выявлены и научно обоснованы полезные для сохранения и улучшения здоровья свойства, установлена суточная физиологическая потребность: растворимые и нерастворимые пищевые волокна, витамины, макро- и микроэлементы, жиры и вещества, сопутствующие жирам (полиненасыщенные жирные кислоты, растительные стеролы, изомеры линолевой кислоты, структурированные липиды и др.), полисахариды, вторичные растительные соединения (флавоноиды, каротиноиды, ликопин и др.), пробиотики, пребиотики и синбиотики.

Согласно ГОСТ Р 54059-2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования» к функциональным пищевым ингредиентам относятся ингредиенты, приведенные в таблице 3.1. Они имеют доказанный физиологический эффект по определенным метаболическим функциям в организме. Перечень данных функциональных ингредиентов не является окончательно установленным и подлежит расширению по мере поступления данных [13].

Таблица 3.1 – Классификация функциональных пищевых ингредиентов по физиологическому эффекту

Обозначение и наименование класса	Номер и наименование группы	Номер и наименование подгруппы	Наименование функционального пищевого ингредиента (примеры отдельных ингредиентов)
1	2	3	4
А Эффект метаболизма субстратов	I Метаболизм питательных веществ	1 Активация метаболизма липидов и липолиза	Флавоноиды, среднецепочечные жирные кислоты
		2 Предотвращение новообразования жиров	Витамины группы В, микроэлементы (хром)
		3 Снижение уровня усвоения жиров	Пищевые волокна
		4 Регулирование аппетита	Пищевые волокна
		5 Прочие эффекты	-
	II Метаболизм углеводов	1 Поддержание уровня глюкозы в крови	Пищевые волокна, витамин С (аскорбиновая кислота), омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, микроэлементы (хром)
		2 Поддержание уровня инсулина в крови	Омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, микроэлементы (цинк), витамины В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> и В <sub>6</sub>
		3 Прочие эффекты	-
	III Устойчивость организма к онкологическим патологиям	1 Молочные железы	Фитоэстрогены, пищевые волокна, каротиноиды, витамин D, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты
		2 Толстый кишечник	Пищевые волокна, пребиотики, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты
		3 Предстательная железа	Фитоэстрогены, пищевые волокна, антиоксиданты, микроэлементы (цинк)
		4 Прочие эффекты	-
	Б Антиоксидантный эффект	I Антиоксидантное действие	1 Сохранение структуры и функциональной активности ДНК
2 Антиоксидантная защита полиненасыщенных жирных кислот в мембранных липидах			Витамины С (аскорбиновая кислота) и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины)

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	
Б Антиоксидантный эффект	I Антиоксидантное действие	3 Сохранение структуры и функциональной активности белков	Витамины С (аскорбиновая кислота) и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины), микроэлементы (селен)	
		4 Прочие эффекты	-	
	II Синергическое увеличение антиоксидантного действия	-	Фосфолипиды	
В Эффект поддержания деятельности сердечно-сосудистой системы	I Функции сердечно-сосудистой системы	1 Антиоксидантная защита липидов клеточных мембран и липопротеидов	Витамины А, С (аскорбиновая кислота) и Е, микроэлементы (селен, цинк)	
		2 Сохранение тонуса стенок кровеносных сосудов и их проходимости	Омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды	
		3 Антитромботическое действие	Омега-3 и омега-6 , полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды (антоцианины), токотриенолы, фолиевая кислота, витамины В <sub>6</sub> , В <sub>12</sub>	
		4 Сосудорасширяющий (гипотензивный) эффект	Флавоноиды (антоцианины)	
		5 Антиаритмический эффект	Флавоноиды (антоцианины)	
		6 Питание и кровоснабжение сердечной мышцы	Флавоноиды (антоцианины), витамины В <sub>1</sub> , В <sub>13</sub> (оротовая кислота)	
		7 Прочие эффекты	-	
	II Липидный обмен	1 Поддержание уровня триацилглицеринов в крови	Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, фитостанолы, пищевые волокна, токотриенолы	
		2 Поддержание уровня общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в крови	Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, фитостанолы, пищевые волокна, токотриенолы, витамин РР	
		3 Антисклеротический эффект	Витамин Е, каротиноиды	
		4 Прочие эффекты	-	
	Г Эффект поддержания деятельности желудочно-кишечного тракта	I Пищеварение и функциональное состояние желудочно-кишечного тракта	1 Поддержание и улучшение состояния слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта	Пребиотики
			2 Контроль функциональных свойств кишечной иммунокомпетентной лимфатической ткани	Пробиотики, пребиотики, синбиотики
3 Обеспечение образования и ассимиляции короткоцепочечных жирных кислот			Пребиотики, синбиотики	
4 Прочие эффекты			-	
II Моторно-эвакуаторная функция кишечника		1 Уменьшение времени транзита пищевой массы	Пищевые волокна	
		2 Обеспечение формирования стула	Пищевые волокна	
		3 Прочие эффекты	-	

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4
	IV Кишечная микрофлора	1 Восстановление микроэкологии (увеличение популяции и видового состава нормальной микрофлоры)	Пробиотики, синбиотики
		2 Избирательная стимуляция роста и (или) биологической активности нормальной микрофлоры	Пребиотики, синбиотики
		3 Прочие эффекты	-
Д Эффект поддержания зубной и костной ткани	I Снижение риска развития кариеса	1 Поддержание состояния зубной эмали	Минеральные вещества (кальций, фтор)
		2 Удаление зубного налета	Пищевые волокна
		3 Прочие эффекты	-
	II Снижение риска развития остеопороза	1 Формирование и поддержание минеральной плотности ткани	Минеральные вещества (кальций, магний, фосфор), витамин D, фрукто- олигосахариды, фитоэстрогены
		2 Обеспечение синтеза соединительной ткани, образующей каркас кости	Витамины К, С, флавоноиды, микроэлементы ( марганец, медь)
3 Прочие эффекты	-		
Е Эффект поддержания иммунной системы	II Имунокор- ректирующее действие	1 Обеспечение системного иммуномодулирующего действия	Витамин С (аскорбиновая кислота), пробиотики, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты
		2 Обеспечение местного специфического и неспецифического иммунитета	Витамин А
Е Эффект поддержания иммунной системы	II Имунокор- ректирующее действие	3 Антиоксидантная защита, обеспечение структурной и функциональной целостности клеток иммунной системы	Витамины Е, С (аскорбиновая кислота)
		4 Поддержание формирования клеток кишечной иммунной системы	Пробиотики, синбиотики
		5 Поддержание формирования иммунных клеток кишечной лим- фоидной системы	Пребиотики
		6 Прочие эффекты	-
	III Нормализация функции иммунной системы при аллергических реакциях	1 Снижение адсорбции аллергенов в кишечнике	Пищевые волокна, пребиотики
		2 Предотвращение неращепленных белков	Макроэлементы (кальций)
		3 Улучшение состояния местного иммунитета в кишечнике	Пребиотики
		4 Прочие эффекты	-

### 3.2 Пробиотики – как основная категория функционального питания

Пробиотики – это биологические препараты, состоящие из живых непатогенных микроорганизмов или продуктов их ферментации; обладают антагонистическим, активным действием по отношению к патогенной и нежелательной микрофлоре кишечника человека или животных. В качестве микроорганизмов-пробионтов используют молочнокислые и бифидобактерии, иногда пропионовокислые, энтерококки, бациллы и др.

Препарат на основе пробиотиков используется для лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний, для коррекции кишечного микробиоценоза, после терапии антибиотиками или химическими препаратами для стимуляции роста и повышения естественной резистентности микроорганизмов.

Кишечный микробиоценоз представляет собой эволюционно сложившийся с макроорганизмом взаимозависимый биокомплекс, участники которого в равной степени влияют друг на друга и не способны нормально существовать отдельно в искусственных условиях. У здорового человека в кишечнике равноправно присутствуют представители как полезной микрофлоры, так и условно-патогенной.

Стабильность микробиоценоза поддерживается взаимными антагонистическими отношениями между этими группами микроорганизмов, которые посредством сложных иммунных, гуморальных и секреторных реакций принимают участие в регуляции представителей кишечной микрофлоры и поддерживают баланс между ними [13].

Микроорганизмы, используемые как пробиотики, делят на 4 группы:

1. Бактерии, продуцирующие молочную и пропионовую кислоты – лактобактерии, бифидобактерии, пропионовокислые бактерии, энтерококки;
2. Спорообразующие аэробы рода *Bacillus subtilis, cerius* и др.;
3. Дрожжи, которые часто используют в качестве пребиотиков или сырья для изготовления пробиотиков;
4. Комбинации перечисленных микроорганизмов.

Выделяют следующие категории пробиотиков:

– монопробиотики – субстанции, содержащие представителей только одного вида бактерий;

– ассоциированные пробиотики – субстанции, представляющие собой ассоциацию штаммов нескольких видов микроорганизмов (от 2 до 30).

В зависимости от назначения пробиотики подразделяют на:

– синбиотики – комплексные препараты и продукты функционального питания на основе живых микроорганизмов и пребиотиков – соединений различного состава и происхождения, поддерживающих рост «дружественных» человеку кишечных микроорганизмов.

– гетеропробиотики – назначаются вне зависимости от видовой принадлежности хозяина, от которого первоначально были выделены штаммы пробиотических бактерий;

– гомопробиотики – назначаются только представителям того вида животных или человеку, из биоматериала которых были выделены соответствующие штаммы;

– аутопробиотики – штаммы нормальной микрофлоры, изолированные от конкретного индивидуума и предназначенные для коррекции его микроэкологии.

– эубиотики – биологические препараты, состоящие только из живых бактерий – представителей нормальной микрофлоры кишечника.

– пребиотики – пищевые или другие ингредиенты, являющиеся субстратом или средой, на которых развиваются пробиотики или вызывают селективный рост и развитие эубиотиков. В их качестве могут выступать олигосахара (лактозула), пектиновые вещества, некоторые витамины и др. При помощи пребиотиков, т.е. используя определенную диету, можно регулировать микробиоценоз кишечника. Полезные добавки пребиотиков могут содержать специфические вещества, вырабатываемые лактобактериями, которые предотвращают адгезию кишечных палочек и других нежелательных микроорганизмов к эпителиальным клеткам кишечника хозяина. Если живые микробиологические добавки пробиотики используются в сочетании со специфическими субстратами роста, т.е. пребиотиками, то такие биопрепараты называют симбиотиками.

Наиболее перспективными являются пробиотики на основе живых микроорганизмов с установленными специфическими физиолого-биохимическими эффектами, а также генно-инженерные штаммы с заданными медико-биологическими и технологическими характеристиками.

Положительный эффект пробиотиков на организм проявляется как на местном уровне через нормализацию микробной экологии пищеварительного тракта, так и системно.

### 3.2.1 История возникновения учения о пробиотиках

Идея использования полезных для человека живых микроорганизмов для восстановления нормального функционирования пищеварительного тракта принадлежит И. И. Мечникову.

Он полагал, что с возрастом в нижних отделах кишечника накапливаются большие количества гнилостных бактерий, продукты жизнедеятельности которых начинают оказывать на организм токсический эффект. Для снижения количества подобных протеолитических микроорганизмов И.И. Мечников еще в 1907 году предложил ежедневно употреблять большие количества живых молочнокислых бактерий [35].

Практической реализацией этой идеи явилась рекомендация ученого употреблять кисломолочные продукты, ферментированные штаммом *Lactobacillus bulgaricus*, который он выделил из болгарской простокваши. Этот представитель лактобацилл совместно со штаммом *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* в последующем стал основой заквасок подавляющего большинства присутствующих на рынках всего мира йогуртов.

В 1903 году врачом И.О. Подгородецким была выделена молочнокислая палочка с уникальными свойствами и лучшими показателями в сравнении с болгарской палочкой, используемой для приготовления йогурта. Подгородецкий дал название новому организму «ацидофилин». И.И. Мечников также исследовал

уникальные полезные свойства ацидофильной палочки, на основе которой был разработан продукт – мечниковская простокваша [14].

Ацидофилин происходит от совмещения двух корней: латинского *acidus* («ацидус» – кислый) и греческого *φιλέω* («филео» – люблю) – кисломолочный продукт, незаслуженно обделённый вниманием нашими потребителями. Как и другие кисломолочные продукты, ацидофилин усваивается организмом человека гораздо лучше, чем обычное молоко за счет ферментации лактозы, а значит, хорошо переносится людьми с лактозной недостаточностью – непереносимостью молочного сахара. Поэтому этот продукт используют в лечебном и диетическом питании, в том числе детей. В СССР кисломолочные продукты ацидофилин, кефир и мечниковская простокваша занимали достойное место среди продуктов диетического и оздоровительного питания и были доступны повсеместно [34].

Термин «пробиотик» впервые был использован учеными Д. Лилли и Р. Стиллуэллом в 1965 году как противопоставление термину «антибиотик» и подразумевал субстанции, стимулирующие рост и развитие других микроорганизмов. В 1977 году Л. Ричардом и Р. Паркером этот термин был применен для обозначения живых микроорганизмов и продуктов их ферментации, обладающих антагонистической активностью по отношению к патогенной микрофлоре.

### **3.2.2 Требования, предъявляемые к микроорганизмам-пробионтам**

Микроорганизмы-пробионты должны обладать определенными свойствами, а именно обеспечивать свою жизнедеятельность в условиях кишечного тракта, должны ингибировать развитие нежелательной микрофлоры обладать ключевой ферментативной активностью и повышать скорость роста и продуктивности животных и человека. Требования, предъявляемые к микроорганизмам-пробионтам следующие:

– непатогенность молочнокислых, бифидобактерий, пропионовокислых бактерий очевидна, но их культура может быть загрязнена болезнетворными микроорганизмами;

– грамположительность – им отдается предпочтение в связи с тем, что они более устойчивы к пищеварительным сокам, ферментам, лизоциму, к замораживанию и высушиванию;

– пробионты должны быть кислотоустойчивыми, чтобы пройти неповрежденными через желудок, где находится соляная кислота. Они сами должны продуцировать кислоты и тем самым способны создать среду, неприемлемую для развития более кислоточувствительных бактерий;

– специфичность вводимого в пробиотик штамма заключается в прикреплении к слизистой кишечного тракта, а не просто его колонизацию в содержимом кишечника;

– микроорганизмы-пробионты должны продуцировать антикоолифактор, ингибирующий развитие кишечной палочки;

– устойчивость к желчи – является одним из важнейших свойств микроорганизмов, вводимых в состав пробиотика. В желчи содержатся соли желчных кислот, которые эмульгируют жиры, гидролизуют жирные кислоты и водорастворимые мыла. Желчь, поступая в тонкий кишечник, вызывает гибель большого количества бактерий, т.к. их клеточные мембраны, состоящие из липидов и жирных кислот очень чувствительны к разрушениям солями желчных кислот. В связи с этим, эффективность пробиотических микроорганизмов зависит от устойчивости их к желчи.

Многие виды и штаммы молочнокислых бактерий и бифидобактерий отвечают практически всем перечисленным требованиям [15].

### **3.2.3 Механизм действия пробиотиков**

Механизм действия пробиотиков направлен на принудительное заселение кишечника конкурентоспособными штаммами бактерий – пробионтов, которые

осуществляют неспецифический контроль за численностью условно-патогенной микрофлоры, вытесняя ее из состава кишечной популяции и сдерживая усиление факторов патогенности у ее представителей.

Механизм действия пробиотиков хорошо изучен на примере лактобактерий, он осуществляется преимущественно в четырех основных направлениях (рисунок 3.1):

1. подавление численности нежелательных микроорганизмов;
2. изменение метаболизма микроорганизмов;
3. стимуляция иммунитета организма-хозяина;
4. детоксикация эндогенных и экзогенных субстратов и их метаболитов.

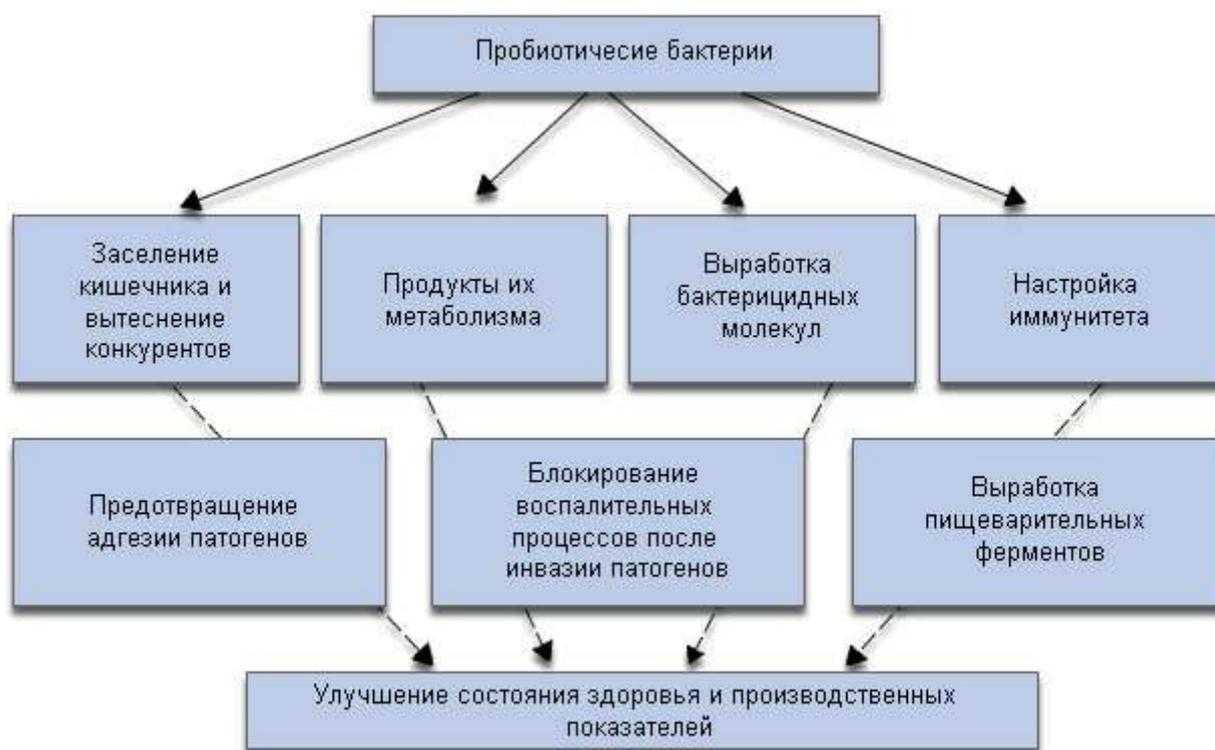


Рисунок 3.1 – Механизм действия пробиотиков

Снижение численности или полное исчезновение специфичных групп бактерий после применения пробиотиков объясняется прямым антагонистическим действием, вызванным антибиотическими веществами, пищевой конкуренцией или конкуренцией за места прикрепления к кишечному эпителию. Способность прикрепляться к эпителию является для многих микроорганизмов существенным условием закрепления в такой подвижной среде как кишечник, в таком случае они

могут избежать удаления перистальтикой кишечника и оставаться поближе к поступающей свежей пище. Следовательно, одним из способов предотвращения колонизации кишечника патогенными микроорганизмами является насыщение рецепторов адгезии эпителия кишечника бактериями пробиотиков, что предотвращает прикрепление патогенов и обеспечивает защиту от кишечных заболеваний.

Изменение метаболизма микроорганизмов. Влияние одних бактерий на развитие других может обуславливаться изменением концентрации микробных метаболитов или активности их ферментов. Основными продуктами метаболизма лактобактерий являются молочная и уксусная кислоты. Антимикробная активность молочной кислоты зависит не только от величины рН, сколько от совместного присутствия молочной, уксусной, пропионовой кислот. Синергизм такого сочетания обеспечивает задержку роста сальмонелл, эшерихий, клостридий и некоторых видов дрожжей. При этом такое сочетание не оказывает ингибирующего действия на развитие лактобактерий [24].

Другим продуктом метаболизма лактобактерий является диоксид углерода, присутствие которого в содержимом кишечника способствует поддержанию анаэробных условий и высокое парциальное давление, что положительно сказывается на развитии полезных анаэробных пробиотических микроорганизмов. Углекислый газ выступает в роли акцептора водорода при биосинтезе некоторых полезных для организма веществ.

Пероксид водорода образуется в результате активации кислорода лактобактериями под влиянием флавиносодержащих ферментов. В клетке бактерий перекись водорода вступает в реакцию с тиоцианатом, в результате чего образуется гипоцианат, который токсичен для многих патогенных микроорганизмов. Защитное действие от токсического эффекта пероксида водорода оказывает на стафилококки и псевдомонады, разрушая молекулярную структуру их клеточных белков.

Некоторые виды лактобактерий образуют ароматическое вещество – диацетил, которое повышает бактерицидное действие других продуктов метаболизма и обладает ингибирующим действием на некоторые патогенные микроорганизмы, например, на возбудителя туберкулеза. Биологический эффект диацетила в

сочетании с низким значением рН способен снижать скорости роста эшерихий и других условно-патогенных микроорганизмов.

Продуктами метаболизма лактобактерий являются и бактериоцины – биологически активные бактериостатические вещества. Их так же часто называют антибиотиками, но они отличаются от настоящих антибиотиков тем, что подавляют действие ограниченного количества микроорганизмов.

По физико-химическим характеристикам бактериоцины – низкомолекулярные белки, они угнетают рост сальмонелл, шигелл, клостридий, листерий, синегнойной палочки, а способствуют развитию и размножению ацидофильных бактерий, лактококков, стрептококков, педиококков. Кроме бактериостатического действия они сдерживают рост опухолевых клеток [17].

Выделяют так же антибиотикоподобные субстанции или лантобиотики – низкомолекулярные вещества непептидной природы – действуют против патогенной микрофлоры: стафилококков, бацилл. Они растворимы в воде, не имеют запаха, вкуса, не аллергенны и активны в малых концентрациях.

Кроме вышеперечисленных веществ, оказывающих ингибирующее влияние на патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, пробиотики вырабатывают множество ферментов, витаминов и провитаминов, которые в совокупности с основными продуктами метаболизма оказывают биологически активное действие на организм хозяина и повышают его естественную резистентность.

Изменение микробного метаболизма приводит к повышению или снижению синтеза и активности бактериальных ферментов и, как следствие этого, продукции соответствующих метаболитов (например, глутамина, аргинина, витаминов, пептидогликанов и т.д.). Образующиеся вещества способны местно или после проникновения в кровь и другие биологические жидкости макроорганизма непосредственно вмешиваться в метаболическую активность клеток соответствующих органов и тканей и модулировать его морфокинетические характеристики, физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции.

Стимуляция иммунитета организма хозяина. Пробиотики многосторонне действуют на организм хозяина, оказывая иммунно-стимулирующее

проявление даже в малых дозах, что указывает на тесную связь между иммунным статусом организма и заселением микрофлоры желудочно-кишечного тракта.

Кишечная микрофлора принимает активное участие в работе иммунокомпетентных органов и формировании клеточного и гуморального иммунитета.

Под влиянием пробиотиков изменяется комплекс факторов неспецифической резистентности: повышается содержание лизоцима, бактерицидной активности сыворотки крови, фагоцитарной активности нейтрофилов.

Микроорганизмы, входящие в состав пробиотиков, активизируют Т и В системы иммунитета, влияют на выработку иммуноглобулина, которые обуславливают иммунитет слизистой оболочки кишечника [33].

Имуноглобулин составляет слизистый барьер, предотвращает адгезию и внедрение патогенов в стенку кишечника, а также создают локальную окружающую среду, которая является неблагоприятным для многих кишечных бактерий. Пробиотики укрепляют эпителиальный барьер благодаря стимуляции иммунных клеток подслизистого слоя кишечника, предотвращают таким образом перемещение патогенных микроорганизмов через эпителий кишечника. Так, например, молоко, ферментированное *Lactobacillus casei* и *Lactobacillus acidophilus*, а также «живой» йогурт являются эффективными стимуляторами врожденной иммунной системы.

Иммунодефицитное состояние макроорганизма является предпосылкой для изменения кишечного микробиоценоза. Это обусловлено тем, что при угнетении иммунной системы организма у нормальной кишечной микрофлоры наблюдается полная утрата способности прикрепляться к рецепторам эпителиальных клеток слизистой оболочки, что проявляется резким выведением бактерий пробионтов из кишечника [28].

Таким образом, действие пробиотических препаратов можно рассматривать в качестве антигенов, не оказывающих негативное влияние, являющихся стимуляторами иммунной системы, активизирующими специфическую и неспецифическую защиты организма хозяина.

Детоксикация эндогенных и экзогенных субстратов и их метаболитов. Микрофлора пробиотиков и пищеварительного тракта является

одним из главных механизмов защиты макроорганизма от потенциально токсигенных соединений, поступающих в организм с пищей, водой, воздухом или образующихся эндогенно. В кишечнике протекают процессы в анаэробных условиях, преимущественно за счет гидролитических и восстановительных реакций, осуществляемых нормальной микрофлорой.

Процесс детоксикации с участием нормальной микрофлоры и пробионтов идет по нескольким направлениям:

1) образование микроорганизмами метаболитов, которые подвергаются быстрому разрушению в печени;

2) изменение полярности соединений, таким образом, что изменяется скорость их выведения в окружающую среду;

3) непосредственное всасывание кишечной микрофлорой токсических продуктов.

Доказана антимуtagenная роль нормальной кишечной микрофлоры, кроме того микроорганизмы пищеварительного тракта способны гидролизовать сульфаматы, альдегиды, алкоголи, восстанавливать нитрозоамины. Кроме того бактерии пищеварительного тракта способны инактивировать афлатоксины и некоторые токсины растений.

Пробиотики способны к метаболизации многих токсичных препаратов, так например, болгарская палочка нейтрализует токсины кишечной.

Кроме того эффективные механизмы действия пробиотиков обусловлены также простой биотехнологией их производства, которая сводится к выращиванию одного или нескольких микроорганизмов пробионтов на соответствующих питательных средах с последующим высушиванием культуральной жидкости.

Помимо белковых, углеводных, жировых и ферментных фракций, имеющих в составе пробиотиков, большая доля биологически активных веществ приходится на различные витамины, особенно группы В, и поэтому пробиотики по существу являются бактериально-витаминными комплексами и могут вводиться в состав продуктов детского питания с целью предупреждения заболеваний и стимуляции роста детей [18].

Все вышеперечисленные положительные эффекты будут проявляться, только если микроорганизмы, используемые в качестве основы пробиотиков, будут соответствовать вышеперечисленным требованиям.

Контроль готовых пробионтов сводится к подсчету числа жизнеспособных клеток в дозе или весовой единицы препарата, которое должно удовлетворять требованиям нормативно-технологической документации на конкретный препарат.

Пробиотики не должны содержать посторонней микрофлоры, не допускается наличие в них бактерий группы кишечной палочки. Безвредность пробиотиков контролируют путем постановки биопробы на лабораторных животных. В ряде случаев предусматривают контроль готового пробиотика на его антагонистическую активность по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам.

### **3.2.4 Влияние пробиотиков на организм человека и использование их в функциональном питании**

Многолетние клинические наблюдения за лечебной и профилактической эффективностью пробиотиков на основе представителей нормальной микрофлоры человека показали, что наименьшими побочными эффектами при длительном их применении обладают те, в состав которых входят бифидобактерии. Наряду с *Bacteroides*, *Clostridia*, *Eubacteria* и *Peptostreptococcus* они составляют основу облигатной микрофлоры микробиологической системы человека (рисунок 3.2). В настоящее время известно 32 вида бифидобактерий, из которых, три новых были включены в этот род лишь в последние годы.

Впервые эти микроорганизмы были изолированы из фекалий грудных детей в 1899 году. Эти грамположительные анаэробные, не образующие спор, палочковидные полиморфные бактерии были названы *Bacillus bifidus communis*. В последующем установили, что эти микроорганизмы на 99 % составляют микрофлору кишечника здорового грудного ребенка и в больших количествах присутствуют в микробиоценозе толстого кишечника взрослых людей.

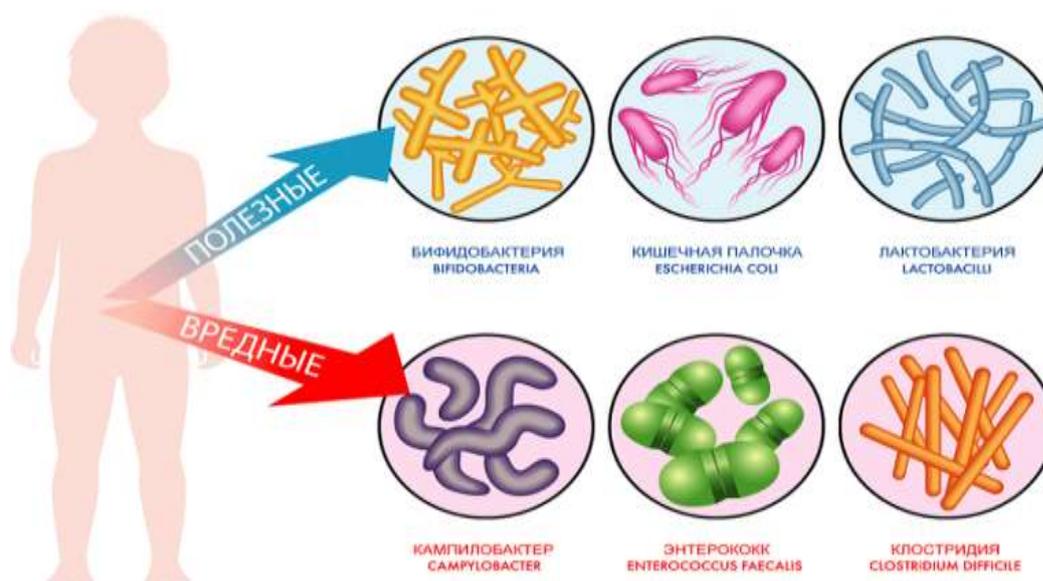


Рисунок 3.2 – Кишечная микрофлора человека

Основываясь на высокой частоте встречаемости этих бактерий в пищеварительном тракте, И.И. Мечников и Хенри Тиссер еще в 1905 году пытались применять препараты из бифидобактерий для лечения больных с кишечными дисфункциями. В результате многолетней работы в конце 80-х годов 20 века была создана первая отечественная коллекция бифидобактерий человеческого происхождения, включающая в себя более 500 штаммов различных видов [33].

Пробиотики оказывают мощное положительное влияние на организм человека (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Роль пробиотиков в организме человека

Бифидофлоре принадлежит ведущая роль в поддержании и нормализации микробиоценоза кишечника, сохранении неспецифической резистентности организма, улучшении белкового, витаминного и минерального обмена. Известно, что бифидосодержащие пробиотики и продукты функционального питания оказывают профилактический и/или лечебный эффект в следующих случаях:

- микрoэкологические нарушения (дисбактериозы) желудочно-кишечного тракта различного происхождения;
- микрoэкологические нарушения (вагинозы) гениталий, включая вагиниты, кольпиты, эндоцервициты различной этиологии;
- предродовая подготовка беременных групп риска на инфекционные осложнения;
- острые кишечные инфекции (дизентерия, сальмонеллез, колиинфекция и др.);
- комплексное лечение больных нематодозом;
- хронические воспалительные заболевания толстой и тонкой кишок (колиты, в том числе связанные с приемом антибиотиков, болезнь Крона, синдром мальабсорбции и т.д.);
- запоры;
- гастриты, гастродуодениты, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки;
- аллергические заболевания (бронхиальная астма, экземы, нейродермиты, атопические дерматиты);
- сахарный диабет;
- новообразования и лейкозы;
- гиперхолестеринемия;
- внутрибольничные инфекции;
- стрессы, связанные с различными факторами.

Интенсивность и масштабность использования пробиотиков (фармакологических препаратов) и продуктов функционального питания, особенно пробиотических, заметно активизировались и увеличились в последние годы [19].

Известная японская фирма Morinaga Milk IND Co Ltd в начале 90-х годов опубликовала данные о высокой противоопухолевой активности клеточных стенок бифидобактерий (рисунок 3.4).

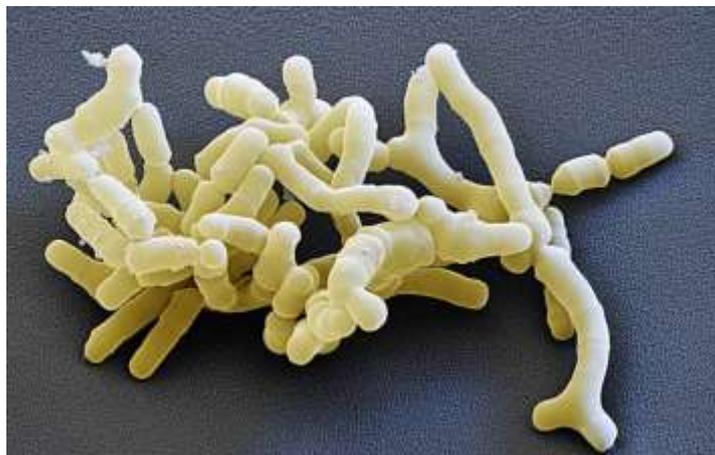


Рисунок 3.4 – Бифидобактерии

Такая активность обусловлена способностью этих микроорганизмов уменьшать время транзита потенциально канцерогенных веществ в желудочно-кишечном тракте человека и животных, подавлять образование в кишечнике метаболитов (нитриты, нитрозамины, крезол, индол, аммиак и др.), обладающих канцерогенным потенциалом, связывать различные химические соединения (например, гетероциклические амины, формирующиеся при термической обработке различных продуктов питания) с аналогичным действием, ингибировать рост и деление опухолевых клеток (например, клеточной линии рака грудной железы человека), нормализовать обмен стероидных гормонов, проявлять выраженный иммуномодулирующий эффект, в том числе воздействуя на те иммунные механизмы, которые препятствуют возникновению и распространению опухолевых клеток [22].

Совершенно очевидно, что перечисленные потенциально возможные позитивные эффекты присутствия в организме человека бифидобактерий в значительной степени зависят от особенностей конкретных штаммов бактерий и количества этих бактерий в кишечном содержимом. Окончательные результаты по

эффективности применения конкретного штамма бифидобактерий устанавливаются только после предварительных тщательно проведенных исследований.

Лактобактерии (рисунок 3.5) вместе с бифидобактериями являются наиболее «дружественными» человеку кишечными микроорганизмами.



Рисунок 3.5 – Лактобактерии

Анализ формирования лактофлоры у здоровых детей на протяжении первых трех месяцев жизни и роли матери в колонизации детей этими микроорганизмами показал, что у 40 % рожениц в первую неделю после родов лактобациллы присутствуют в грудном молоке, а к трем месяцам жизни у 94 % детей лактобациллы постоянно присутствуют в образцах фекалий.

Проведенные исследования дали основание сделать заключение, что источником как бифидобактерий, так и лактобацилл, колонизирующих пищеварительный тракт новорожденных и детей первых трех месяцев жизни, являются урогенитальный и желудочно-кишечный тракт матери и грудное молоко.

Следует отметить, что видовой состав бифидофлоры и лактофлоры кишечника детей в возрасте 1-2 года и взрослых может значительно различаться в зависимости от их национальной и расовой принадлежности, территории проживания, пищевого рациона и других моментов. Это следует учитывать при конструировании пробиотиков и продуктов функционального питания на основе живых пробиотиков с целью их внедрения на рынок того или иного региона земного шара [32].

Бифидо-, лакто- и пропионовокислые бактерии (рисунок 3.6) особо привлекают внимание биотехнологов ввиду их потенциального значения для

сохранения здоровья, профилактики и лечения больных с различными острыми и хроническими заболеваниями пищеварительного тракта, воспалительными процессами дыхательных путей, бактериальными инфекциями мочеполовой системы.

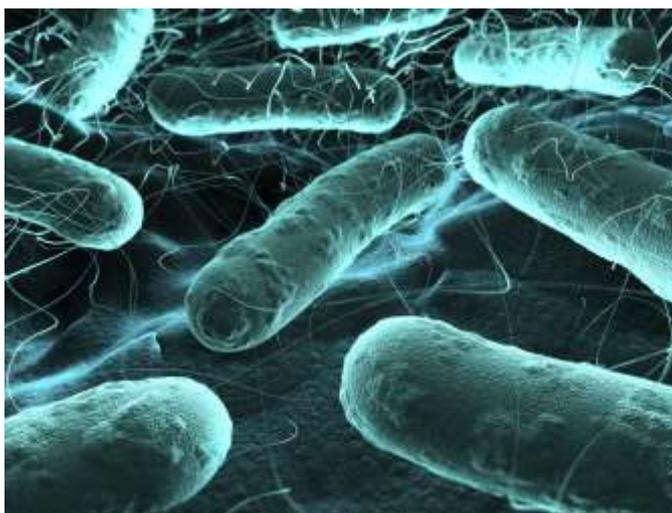


Рисунок 3.6 – Пропионовокислые бактерии

Данные пробиотики применяются как антиоксиданты, обладающие противоопухолевой активностью и стимулирующие различные звенья иммунитета.

Оральная бактериальная терапия пробиотиками предотвращает возникновение у детей диареи, связанной с назначением им антибиотиков. Показано, что многие виды пробиотических микроорганизмов обладают выраженным противовирусным действием. Японские исследователи указывают на способность ряда штаммов полезных бактерий при оральном назначении снижать кровяное давление у больных с гипертонией. Накоплены многочисленные данные о том, что назначение кисломолочных продуктов, приготовленных с использованием различных пробиотических культур, значительно улучшает самочувствие больных, страдающих непереносимостью лактозы [1].

Проведенные исследования показали еще одну важную способность пробиотиков – воздействовать на липидный (жировой) обмен организма, путем снижения содержания холестерина в сыворотке крови. Данные свойства позволяют рассматривать перспективность применения пробиотических

микроорганизмов в составе средств для профилактики и лечения атеросклероза и других сопутствующих нарушений.

Для оценки существующих и вновь создаваемых потенциальных продуктов функционального питания необходимо учитывать, обладает ли данный продукт питания способностью улучшать состав нормальной микрофлоры или нет. В связи с этим к функциональному питанию относятся такие продукты естественного или искусственного происхождения, которые предназначены для систематического ежедневного употребления и оказывают регулирующее действие на физиологические функции, биохимические реакции и психосоциальное поведение человека через нормализацию его микроэкологического статуса.

Продукты функционального питания являются своеобразной разновидностью пробиотиков. Различия между ними заключаются лишь в форме, в которой они поступают в организм человека – в виде препарата или биологически активной добавки, схожей с лекарством для орального применения – таблетки, капсулы (пробиотики), либо в виде традиционного питательного продукта (функциональное питание) [2].

Кроме того, концентрация действующего начала в пробиотиках может значительно превышать физиологически требуемые, поэтому они обычно назначаются курсами и принимаются в течение определенного времени. Концентрации питательных субстанций, присутствующие в продуктах функционального питания и оказывающие регулирующее действие на функции и реакции макроорганизма, близки к оптимальным, физиологическим, и поэтому такие продукты могут применяться неопределенно долго [25].

В последние годы во многих странах мира резко возросло производство и потребление продуктов функционального питания на основе молока. Все большее распространение находят кисломолочные продукты, получаемые путем ферментации молока определенными штаммами микроорганизмов и содержащие как живые бактерии, так и их метаболиты. Накоплены многочисленные данные, подтверждающие, что систематическое употребление простокваши, ряженки, кефира и других хорошо известных кисломолочных продуктов способствует нормализации кишечной микрофлоры, угнетает рост потенциально патогенных

микроорганизмов, стимулирует иммунный ответ, нормализует моторику кишечника, увеличивает усвояемость молочного белка и лактозы, снижает риск возникновения злокачественных новообразований пищеварительного тракта и грудной железы.

В определенной степени известные традиционные кисломолочные продукты можно отнести к этой категории, поскольку на протяжении длительного времени использования таких продуктов человек случайным образом проводил селекцию тех заквасочных культур, которые придавали ферментированному молоку не только хорошие вкусовые, но и полезные для здоровья качества. В тех случаях, когда речь идет о создании промышленного производства продуктов функционального питания на молоке с использованием новых заквасочных культур, потребуются проведение тщательной селекции стартерных микроорганизмов с учетом современных знаний. Только это позволит обеспечить таким продуктам доказанные лечебно-профилактические свойства.

К сожалению, современный человек по сравнению с нашими древними предшественниками употребляет в пищу в тысячи раз меньшее количество кисломолочных продуктов, а в России процент потребления таких продуктов гораздо ниже, чем в других регионах мира.

С учетом того, что частота распространения дисбактериоза в популяции россиян достигла 90 %, становится очевидным, насколько важно приостановить дальнейшее разрушение микробиологического статуса жителей нашей страны. Поэтому в последние годы в России ведется активная разработка и производство кисломолочных продуктов, обогащенных положительной анаэробной микрофлорой, в первую очередь, бифидобактериями. Говоря о бифидокефирах, выпускаемых в последнее время в огромных масштабах, необходимо отметить, что в подавляющем большинстве случаев они производятся в России на традиционном неасептическом оборудовании и не всегда отвечают необходимым требованиям.

При изготовлении продуктов функционального питания, помимо молока, может быть использована и другая питательная основа, прежде всего растительное сырье, ферментированное бифидобактериями, пропионовокислыми бактериями, лактобациллами, молочнокислыми стрептококками и различными их комбинациями. Растения, как известно, являются для человека основным

источником углеводов, многих витаминов, клетчатки, минеральных и пектиновых веществ, природных антиоксидантов и других биологически активных соединений. Наиболее распространенным вариантом кисломолочных продуктов на немолочной основе является соевое молоко, ферментированное молочнокислыми бактериями.

Фруктовые, а также овощные соки, среди которых чаще всего используются морковный, свекольный, картофельный, топинамбуровый, тоже могут служить питательной основой для изготовления кисломолочных продуктов функционального питания. С учетом национальных традиций в России разработаны также рецептуры напитков с использованием молочнокислых бактерий на квасной основе [4].

### **3.3 Пищевые волокна**

#### **3.3.1 Общие сведения о пищевых волокнах**

Согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.2432-08 (Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации) в группу пищевых волокон входят полисахариды, в основном растительные, которые в незначительной степени перевариваются в толстом кишечнике и существенно влияют на микробиоценоз, а также процессы переваривания, усвоения и эвакуацию пищи.

Пищевые волокна играют важную роль в питании. Их принято определять как растительные полисахариды и лигнин, которые не могут быть метаболизированы пищеварительной системой человека. К основным представителям растворимых пищевых волокон относятся пектин, нерастворимых – целлюлозу.

Функциональные свойства пищевых волокон связаны в основном с работой желудочно-кишечного тракта. Пища, богатая волокнами, оказывает положительное воздействие на процессы пищеварения и уменьшает риск возникновения заболеваний (например, рака кишечника). Волокна увеличивают ощущение сытости, так как пища, обогащенная волокнами, требует более длительного времени для пережевывания и переваривания, тем самым вызывая большее выделение слюны и желудочного сока. Растворимые волокна, особенно пектин, оказывают воздействие

на обмен и снижение холестерина в организме, метаболитами которого являются жирные кислоты; волокна имеют большое значение при профилактике сахарного диабета. Высоковолокнистая пища содержит меньшее количество сахаров, чем продукты, богатые углеводами и жирами, что способствует уменьшению риска образования кариеса [5].

Физиологическая потребность в пищевых волокнах для взрослого человека составляет 20 г/сутки, для детей старше 3 лет от 10 до 20 г/сутки.

Как известно, пищевые волокна это большая гетерогенная группа полисахаридов, которая относится к пребиотикам. Следует напомнить, что пребиотики – это углеводы, которые не расщепляются в верхних отделах желудочно-кишечного тракта и являются источником питания для нормальной микрофлоры кишечника.

По устойчивости к бактериальной ферментации пищевые волокна делят на полностью ферментируемые, ферментируемые частично и неферментируемые. К первой группе относят пектин, камеди и слизи, ко второй – целлюлоза и гемицеллюлоза, третью группу составляет лигнин. Овощи и фрукты являются основными источниками первой группы пищевых волокон.

### **3. 3.2 Классификация неперевариваемых углеводов (пищевых волокон)**

Пищевые волокна (неусвояемые неперевариваемые углеводы, клетчатка, балластные вещества) – представляют собой вещества различной химической природы (все они являются полимерами моносахаридов и их производных), которые не расщепляются в тонкой кишке, а подвергаются бактериальной ферментации в толстой кишке.

Названия «клетчатка» или «пищевые волокна» общеупотребимы, но в определенной мере являются ошибочным, поскольку материал, обозначаемый этим словом, не всегда имеет волокнистое строение, а некоторые виды неперевариваемых углеводов (пектины и смолы) вполне могут растворяться в воде. Наиболее

корректное название данной группы веществ – неперевариваемые углеводы, однако, в литературе чаще всего применим термин «пищевые волокна – ПВ».

Существует шесть основных типов ПВ (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Основные типы пищевых волокон

Химический анализ показал, что в основном это полисахариды. Наиболее точно называть большинство фракций волокон некрахмальными полисахаридами. Далее они могут быть разделены на целлюлозу и нецеллюлозные полисахариды – к ним относятся гемицеллюлозы, пектин, запасные полисахариды, подобные инулину и гуару, а также растительные камеди и слизи. Нецеллюлозные полисахариды можно разделить на водорастворимые и водонерастворимые компоненты. Лигнин не является углеводом и его следует рассматривать как отдельное волокно.

По физико-химическим свойствам неперевариваемые углеводы подразделяют на 2 вида: растворимые в воде, так называемые «мягкие» волокна и нерастворимые – «грубые» волокна.

Нерастворимые пищевые волокна проходят через желудочно-кишечный тракт практически в неизменном виде, адсорбируют большое количество воды, влияют на перистальтику кишечника. К таким «грубым» волокнам относят целлюлозу, лигнин и часть гемицеллюлозы (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Нерастворимые пищевые волокна

Целлюлоза (с фр. cellulose от лат. cellula – «клетка»), или клетчатка, представляет собой длинные неразветвленные цепочки, состоящие из остатков D-глюкозы, соединенных гликозидными связями. Это полисахарид с формулой  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , содержащий до 10 тысяч мономеров (рисунок 3.9). Разные виды целлюлозы обладают разными свойствами и различной растворимостью в воде.

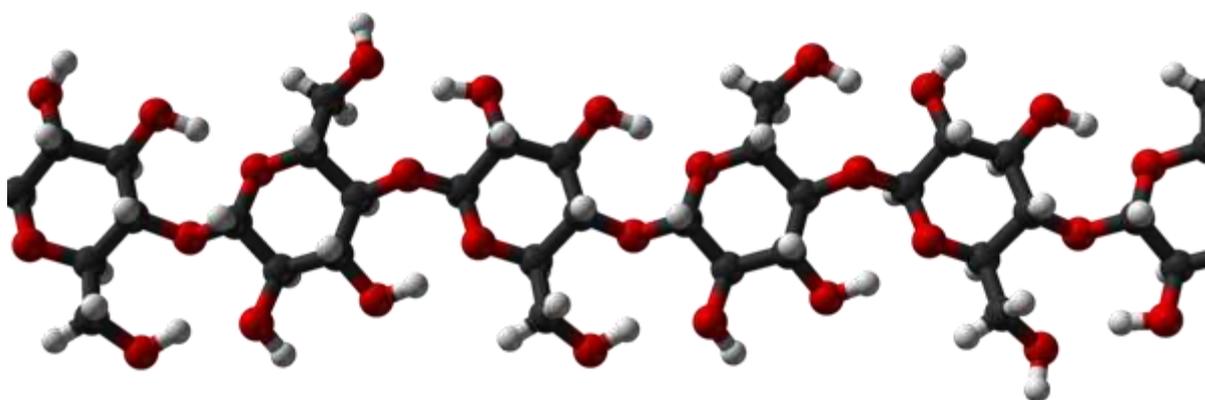


Рисунок 3.9 – Целлюлоза

Целлюлоза широко распространена в растительных тканях. Она входит в состав клеточных оболочек и выполняет опорную функцию. Целлюлоза, так же как крахмал и гликоген, является полимером глюкозы. Однако вследствие различий в пространственном расположении кислородного «мостика», соединяющего остатки

глюкозы, крахмал легко расщепляется в кишечнике, тогда как целлюлоза не атакуется ферментом поджелудочной железы – амилазой. Целлюлоза принадлежит к числу чрезвычайно распространенных в природе соединений. На ее долю приходится до 50 % углерода всех органических соединений биосферы.

Гемицеллюлоза образована конденсацией пентозных и гексозных остатков, с которыми связаны остатки арабинозы, глюкуроновой кислоты и ее метилового эфира. В состав различных типов гемицеллюлоз входят разнообразные пентозы (ксилоза, арабиноза и др.) и гексозы (фруктоза, галактоза и др.). Также как и целлюлоза, разные типы гемицеллюлозы обладают различными физико-химическими свойствами [7].

Гемицеллюлозы – полисахариды клеточной оболочки, весьма обширный и разнообразный класс растительных углеводов. Гемицеллюлоза способна удерживать воду и связывать катионы. Гемицеллюлоза преобладает в зерновых продуктах, а в большей части овощей и фруктов ее мало.

Лигнин является полимерным остатком древесины после ее перколяционного гидролиза, который проводится с целью выделения целлюлозы и гемицеллюлозы.

Лигнины – группа веществ безуглеводных клеточных оболочек. Лигнины состоят из полимеров ароматических спиртов. Лигнины сообщают структурную жесткость оболочке растительной клетки, они обволакивают целлюлозу и гемицеллюлозу, способны ингибировать переваривание оболочки кишечными микроорганизмами, поэтому наиболее насыщенные лигнином продукты (например, отруби) плохо перевариваются в кишечнике.

Инулин – полисахарид, образованный остатками фруктозы. Это фруктан, содержащий от 2 до 60 моносахаридных единиц, преимущественно из фруктозильных остатков. Присутствует в клетках многих растений (цикорий, артишок, корни одуванчика, клубни топинамбура, георгин, татарник колючий, петрушка, фасоль, тысячелистник и др.) в качестве запасного углевода (рисунок 3.10). Кроме того, пищевые волокна сахарного тростника, накапливающего эти фруктаны, создают дополнительные поверхности для адгезии и размножения дружественных для человека микроорганизмов. Корни одуванчика к осени также накапливают до 40 % инулина. Последний используется в пищевой

промышленности как заменитель крахмала и сахарозы при изготовлении продуктов для больных с сахарным диабетом. К пищевым волокнам также относят фитиновую кислоту – вещество, сходное по строению с целлюлозой. Фитин содержится в семенах растений [2].



Рисунок 3.10 – Содержание инулина в различных продуктах

Хитин – полисахарид, имеющий сходную с целлюлозой структуру, образованную остатками аминсахара ацетилглюкозамина. Является основным компонентом наружного скелета насекомых, ракообразных и других членистоногих. У грибов заменяет целлюлозу, с которой сходен по химическим, физическим свойствам и биологической роли. Хитины в настоящее время выделяют из отходов переработки панцирьсодержащих морских животных (креветки, омары, крабы, криль и др.), а также из мицелиальной биомассы. На отечественном рынке эти полисахариды присутствуют в виде разнообразных пищевых добавок под коммерческим названием «ХИТОЗАН» и используются как самостоятельно, так и в комбинации с витаминами, органическими кислотами, микрокристаллической целлюлозой. Обладают антимикробной активностью в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов и одновременно способны стимулировать рост бифидобактерий и лактобацилл. Благодаря вышеуказанным свойствам, биологически активные добавки и продукты функционального питания на основе

специально подобранных по молекулярному весу и биологическим эффектам хитинов, используют для связывания и выведения из организма пищевых жиров, снижения уровня холестерина, нормализации обмена веществ, регуляции уровня сахара в крови, уменьшения опасности возникновения новообразований, укрепления сердечно-сосудистой системы и коррекции кишечной микрофлоры. В отличие от пищевых волокон растительного происхождения хитозан более чем в 10 раз активнее сорбирует пищевые жиры, холестерин и желчные кислоты.

**Растворимые пищевые волокна.** Растворимые пищевые волокна впитывают воду и формируют гель, понижают уровень холестерина и сахара в крови. К этим «мягким» волокнам относятся пектины, камеди, декстраны, слизи, некоторые фракции гемицеллюлозы (рисунок 3.11). Инулин также относится к растворимым пищевым волокнам.



Рисунок 3.11 – Растворимые пищевые волокна и их источники

Пектинами называют сложный комплекс коллоидных полисахаридов. Пектин представляет собой полигалактуроновую кислоту, в которой часть карбоксильных групп этерифицирована остатками метилового спирта.

Пектины – полисахариды, присутствующие практически во всех наземных растениях (особенно в плодах), а также в водорослях. В промышленных объемах пектины получают из яблочных выжимок, жома свеклы, из корзинок подсолнечника, из корок цитрусовых плодов, реже из другого растительного материала. В пищевой промышленности пектины, являясь универсальными, натуральными желирующими и стабилизирующими средствами, преимущественно используются для придания определенным видам продуктов хороших реологических свойств. В последние годы установлено, что пектины, поступающие в толстый кишечник, являясь низкокалорийными углеводами и легкорастворимыми балластными веществами, становятся хорошим источником энергии для представителей нормальной кишечной микрофлоры. На этом основано все более широкое их применение в диетическом питании, пищевых добавках и в фармацевтике. Пектины рекомендуют использовать не только для лечения кишечных инфекций, но и для коррекции микробной экологии кишечника при ее дисбалансе различного происхождения [25].

Пектины – вещества, способные в присутствии органических кислот и сахара образовывать желе. Это свойство широко используется в кондитерской промышленности. Пектины входят в клеточный скелет ткани фруктов и зеленых частей растений. Важны сорбирующие свойства пектинов – способность связывать и выводить из организма холестерин, радионуклиды, тяжелые металлы (свинец, ртуть, стронций, кадмий и др.) и канцерогенные вещества. Пектиновые вещества в заметных количествах находятся в продуктах, из которых можно сварить желе. Это слива, черная смородина, яблоки и другие фрукты. В них содержится около 1 % пектина. Столько же пектина присутствует и в свекле [25].

Протопектины – это пектиновые вещества, группа высокомолекулярных соединений, входящих в состав клеточных стенок высших растений. Протопектины представляют собой особые нерастворимые комплексы пектина с клетчаткой, гемицеллюлозой, ионами металлов. При созревании фруктов и овощей, а также при

их тепловой обработке эти комплексы разрушаются с освобождением из протопектина свободного пектина, с чем связано происходящее при этом размягчение фруктов.

Гумми (камеди) являются разветвленными полимерами глюкуроновой и галактуроновой кислот, к которым присоединены остатки арабинозы, маннозы, ксилозы, а также соли магния и кальция.

Камеди – сложные неструктурированные полисахариды, не входящие в состав клеточной оболочки, растворимые в воде, обладающие вязкостью, они способны связывать в кишечнике тяжелые металлы и холестерин.

Слизи – это сложные смеси гетерополисахаридов, они представляют собой разветвленные сульфатированные арабиноксиланы. Слизи широко представлены в растениях. Применяются в тех же случаях, что пектины и камеди. В пищевых продуктах наибольшее количество слизей содержится в овсяной и перловой крупах и рисе. Слизей много в семенах льна и подорожника.

Альгинаты – соли альгиновых кислот, в большом количестве содержащихся в бурых водорослях, молекула которых представлена полимером полиуроновых кислот.

### **3.3.3 Биологическое действие пищевых волокон на организм человека**

Роль пищевых волокон в питании современного человека особенно велика в связи с тем, что мы живем в эпоху глобального экологического кризиса, когда, помимо естественных токсических веществ, образующихся при переваривании пищи (метаболитов холестерина и желчных кислот), огромное количество токсикантов попадает в организм извне с пищей, воздухом, водой – это и пестициды, и тяжелые металлы, и радионуклиды. Для выведения таких веществ из организма пищевые волокна оказываются незаменимы. Между тем при норме потребления от 20 до 35 г в день жители России получают с пищей пищевых волокон не более 15 г.

Биологическое действие пищевых волокон для здоровья человека поистине уникально (рисунок 3.12). Они удерживают воду, предотвращая образование каловых камней, влияя тем самым на осмотическое давление в желудочно-кишечном тракте, электролитный состав кишечного содержимого и массу фекалий, увеличивая их объем и вес, стимулируя в конечном итоге моторику желудочно-кишечного тракта.

## Действие пищевых волокон на человека



Рисунок 3.12 – Действие пищевых волокон на организм человека

Отсутствие ПВ в диете может привести к ряду патологических состояний, многие из которых так или иначе связаны с нарушением состава микрофлоры кишечника. С дефицитом ПВ связывают развитие ряда заболеваний и состояний, таких как рак толстой кишки, синдром раздраженного кишечника, запоры, желчекаменная болезнь, сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, варикозное расширение вен и тромбоз вен нижних конечностей и др.

Велика роль пищевых волокон в профилактике и защите организм человека от рака прямой кишки. Впервые на эту взаимосвязь обратил внимание ирландский ученый, хирург Денис Беркитт, отметивший удивительный факт крайне низкой частоты рака прямой кишки у населения большинства стран Африки, где диета богата пищевыми волокнами и витаминами. В Лос-Анджелесе у непьющих и

некурящих молочных вегетарианцев частота рака прямой кишки на 70 % ниже, чем у белого населения, проживающего в таких же экологических условиях. Число случаев рака прямой кишки резко возрастает у поляков и венгров, пуэрториканцев и японцев, приехавших на жительство в США и поменявших национальную диету, богатую пищевыми волокнами, на западную, характеризующуюся высокой степенью очистки продуктов питания (от пищевых волокон) и сравнительно большим потреблением жира. Стремясь очистить продукты питания от пищевых волокон, человек получил белоснежную муку, светлый рис, нежные тушеные овощи, сахар. Последствия оказались весьма катастрофическими [41].

Большую роль в возникновении рака прямой кишки играет высокое потребление жира, способствующее увеличению синтеза холестерина и желчных кислот печенью. В кишечнике они превращаются во вторичные желчные кислоты, производные холестерина и другие потенциально токсические соединения. Известно, что эти соединения разрушают слизистую прямой кишки, влияют на вязкость клеточных мембран и метаболизм простагландинов. Пищевые волокна, не усваиваясь организмом, способствуют перистальтике кишечника, исключая застойные явления и связанные с ними токсикозы.

В целом антиканцерогенный эффект пищевых волокон связывают с:

- увеличением объема стула, тем самым снижением времени нахождения продуктов распада в кишечнике, то есть меньшим временем контакта с канцерогенами, их разбавлением;
- адсорбированием (поглощением) желчных кислот и других потенциальных канцерогенов;
- понижением кислотности кала, что способствует замедлению процесса бактериального разрушения компонентов пищи до канцерогенов и дезактивации желчных кислот;
- уменьшением количества вторичных желчных кислот;
- ферментативным разрушением жиров до короткоцепочечных соединений.

Помимо антиканцерогенного действия, пищевые волокна адсорбируют желчные кислоты, регулируя их распределение в кишечнике и обратное всасывание, что непосредственно связано с уровнем потерь стероидов с фекалиями и обменом

холестерина и регулирование обмена как желчных кислот, так и стероидных гормонов и холестерина. Эти соединения нормализуют среду обитания бактерий кишечника, благоприятствуя росту в первую очередь жизненно важных лакто- и бифидобактерий. Около 50 % пищевых волокон, поступающих с пищей, используется микрофлорой толстой кишки.

Высокие адсорбционные свойства и антиоксидантная активность способствуют выведению эндо- и экзотоксинов из организма. Пищевые волокна формируют гелеобразные структуры, ускоряя опорожнение желудка и скорость прохождения пищи через желудочно-кишечный тракт. Наконец, пищевые волокна препятствуют возникновению и развитию атеросклероза, гипертонии и диабета.

Так как пищевые волокна отличаются по составу и по своим свойствам, то и функции выполняют они соответственно разные:

- растворимые волокна преимущественно выводят тяжелые металлы, токсичные вещества, радиоизотопы, холестерин;
- нерастворимые волокна лучше удерживают воду, способствуя формированию мягкой эластичной массы в кишечнике и улучшая ее выведение;
- целлюлоза абсорбирует воду, помогает вывести из организма токсины и шлаки и регулировать уровень глюкозы;
- лигнин помогает удалять холестерин и желчные кислоты, находящиеся в желудочно-кишечном тракте;
- камедь и гуммиарабик растворяются в воде, создавая чувство сытости;
- пектин предотвращает попадание в кровь избыточного холестерина и желчных кислот.

ПВ начинают действовать еще во рту: пока мы пережевываем пищу, богатую клетчаткой, стимулируется слюноотделение, что способствует перевариванию пищи. Пищу с клетчаткой мы вынуждены пережевывать долго, и сформировавшаяся привычка тщательно пережевывать пищу улучшает работу желудка и очищает зубы.

Растительные волокна играют первостепенную роль в формировании каловых масс. Это обстоятельство, а также выраженное раздражающее действие клеточных оболочек на механорецепторы слизистой оболочки кишечника определяют их

ведущую роль в стимуляции перистальтики кишечника и регуляции его моторной функции.

Балластные вещества удерживают воду в 5-30 раз больше собственного веса. Гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин впитывают воду за счет заполнения пустых пространств их волокнистой структуры. У неструктурированных балластных веществ (пектин и др.) связывание воды происходит путем превращения в гели. Таким образом, благодаря увеличению массы кала и прямому раздражающему действию на толстую кишку, нарастает скорость кишечного транзита и перистальтики, что способствует нормализации стула.

ПВ сокращают то время, которое пища проводит в желудочно-кишечном тракте. Длительная задержка каловых масс в толстой кишке вызывает накопление и всасывание канцерогенных соединений, что повышает вероятность развития опухолей не только в кишечном тракте, но и в других органах.

Пищевые волокна оказывают нормализующее влияние на моторную функцию желчевыводящих путей, стимулируя процессы выведения желчи и препятствуя развитию застойных явлений в желчном пузыре. В связи с этим больные с заболеваниями печени и желчных путей должны получать с пищей повышенные количества клеточных оболочек.

Пищевые волокна повышают связывание и выведение из организма желчных кислот, нейтральных стероидов, в том числе холестерина, уменьшают всасывание холестерина и жиров в тонкой кишке. Они снижают синтез холестерина, липопротеидов и жирных кислот в печени, ускоряют синтез в жировой ткани липазы – фермента, под действием которого происходит распад жира, то есть положительно влияют на жировой обмен. Клетчатка способствует снижению уровня холестерина, а вместе с ним риска атеросклероза. Особенно выражено влияние на обмен холестерина у пектинов, в частности, яблочного и цитрусового.

Балластные вещества замедляют доступ пищеварительных ферментов к углеводам. Углеводы начинают усваиваться только после того, как микроорганизмы кишечника частично разрушат клеточные оболочки. За счет этого снижается скорость всасывания в кишечнике моно- и дисахаридов, и это предохраняет

организм от резкого повышения содержания глюкозы в крови и усиленного синтеза инсулина, стимулирующего образование жиров [31].

Растительные волокна способствуют ускоренному выведению из организма различных чужеродных веществ, содержащихся в пищевых продуктах, включая канцерогены и различные экзо- и эндотоксины, а также продуктов неполного переваривания пищевых веществ. Волокнисто-капиллярное строение балластных веществ делает их натуральными энтеросорбентами.

Благодаря абсорбционной способности, пищевые волокна адсорбируют на себе или растворяют токсины, тем самым уменьшая опасность контакта токсинов со слизистой оболочкой кишечника, выраженность интоксикационного синдрома и воспалительно-дистрофических изменений слизистой оболочки. Пищевые волокна уменьшают уровень свободного аммиака и других канцерогенов, образующихся в процессе гниения или брожения или содержащихся в пище. Поскольку растительные волокна не всасываются в кишечнике, они быстро выводятся с каловыми массами из организма, причем одновременно из организма эвакуируются и сорбированные ими соединения.

Благодаря своим ионообменным свойствам, пищевые волокна выводят ионы тяжелых металлов (свинца, стронция) и влияют на электролитный обмен в организме [24].

Пищевые волокна являются субстратом, на котором развиваются бактерии кишечной микрофлоры, а пектины также являются питательными веществами для этих бактерий. В состав нормальной микрофлоры кишечника входит несколько сотен видов бактерий. Пищевые волокна используются полезными бактериями кишечника для своей жизнедеятельности; в результате этого увеличивается количество необходимых организму бактерий, что положительно сказывается на формировании каловой массы. При этом полезными бактериями образуются необходимые для организма человека вещества (витамины, аминокислоты, особые жирные кислоты, которые используются клетками кишечника).

В настоящее время исследовательские лаборатории некоторых японских фирм разрабатывают технологии получения водорастворимых пищевых волокон из оболочек сои и других растений и создают на их основе продукты и напитки

функционального питания, предназначенные для сохранения здоровья потребителей.

Добавление водорастворимых пищевых волокон не изменяет органолептические свойства продуктов и напитков, но придает им свойственные пищевым волокнам позитивный эффект.

Помимо вышеуказанной способности растворимых пищевых волокон выступать в качестве источника энергии и углерода для анаэробных микроорганизмов за счет продукции последними ферментов типа целлюлаз, волокна растительного происхождения, не подвергаясь изменениям ферментами пищеварительного тракта, легко достигают толстого кишечника, вмешиваясь в архитектонику и количественное содержание просветной кишечной микрофлоры.

Будучи нерастворимыми в кишечном соке, растительные волокна в толстом кишечнике могут создавать обширную дополнительную поверхность, помимо поверхности слизистой кишечника, к которой фиксируются многочисленные бактерии толстой кишки. После адгезии на пищевые волокна в течение короткого времени осуществляется формирование микроколоний, а в последующем биопленки. Пищевые волокна согласно клиническим наблюдениям, оказывают благоприятный эффект при самых разнообразных заболеваниях, позволяет предполагать, что на неперевариваемых тканевыми соками волокнах фиксируются те микроорганизмы, которые определяют оптимальную кишечную экологию для хозяина. Вполне вероятно, что благоприятный эффект пищевых волокон для макроорганизма обусловлен более эффективным удалением из кишечника нежелательных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. То есть, в этом случае проявляется еще одна положительная функция пищевых растительных волокон – детоксикационная в отношении токсических микробных метаболитов и токсинов эндогенного и экзогенного происхождения.

Часть условно патогенных бактерий усваивает питательные вещества с помощью биохимических процессов гниения и брожения. Пектины подавляют жизнедеятельность этих микроорганизмов, что способствует нормализации состава кишечной микрофлоры. Пищевые волокна стимулируют рост лактобацилл,

стрептококков и уменьшают рост колиформ, влияют на метаболическую активность нормальной микрофлоры [26].

Из балластных веществ бактерии образуют короткоцепочечные жирные кислоты (КЖК) – (уксусную, пропионовую и масляную), являющиеся источником энергии для кишечной слизистой оболочки, предохраняющие ее от дистрофических изменений, способствующие повышению абсорбции витамина К и магния.

Пищевые волокна увеличивают синтез витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, фолиевой кислоты кишечными бактериями. Пищевые волокна являются источником калия и оказывают диуретическое действие, то есть способствуют выведению воды и натрия из организма. Также неусвояемые углеводы уменьшают бактериальное расщепление защитной слизи кишечника.

Таким образом, согласно современным данным, механизм позитивного эффекта пищевых волокон (прежде всего растворимых типа пектинов, β-глюканов овса, ламаранов, фуканов, альгинатов водорослей) на организм человека включает в себя несколько моментов: сорбция токсических субстанций экзогенного и эндогенного происхождения (соли тяжелых металлов, микотоксины и т.д.), изменение скорости продвижения кишечного содержимого, создание дополнительной площади для фиксации дружественных для макроорганизма кишечных микроорганизмов, микробная трансформация пищевых волокон в доступные для эпителиальных клеток источники углерода и энергии (олигосахариды, летучие жирные кислоты и др.) улучшение абсорбции из кишечника минеральных солей, органических кислот, витаминов, коррекция кишечно-печеночной рециркуляции холестерина, желчных кислот и других макромолекул, стимуляция иммунной защиты, прекращение микробной транслокации, увеличение продукции гормонов, антиоксидантный и антимикробный эффекты. Действие пребиотиков на здоровье человека является не только прямым, но также и опосредованным через восстановление микрофлоры кишечника (особенно прямой кишки) [6].

### 3.3.4 Источники пищевых волокон

Источниками пищевых волокон является растительная пища (рисунок 3.13). Их преимущественная локализация в оболочке семян, коже плодов и корнеплодов определяется защитными функциями, обеспечивающими сохранность плода и создающими оптимальные условия для прорастания зерна. Продукты животного происхождения (мясо, молоко и молочные продукты) не содержат пищевых волокон.

Компоненты клеточной оболочки являются продуктами жизнедеятельности клетки. Они выделяются из цитоплазмы и претерпевают превращения на поверхности плазмалеммы. В среднем клеточные стенки содержат из расчета на сухое вещество: 25 % целлюлозы, 25 % гемицеллюлозы, 35 % пектиновых веществ и от 1 % до 8 % структурных белков [35].

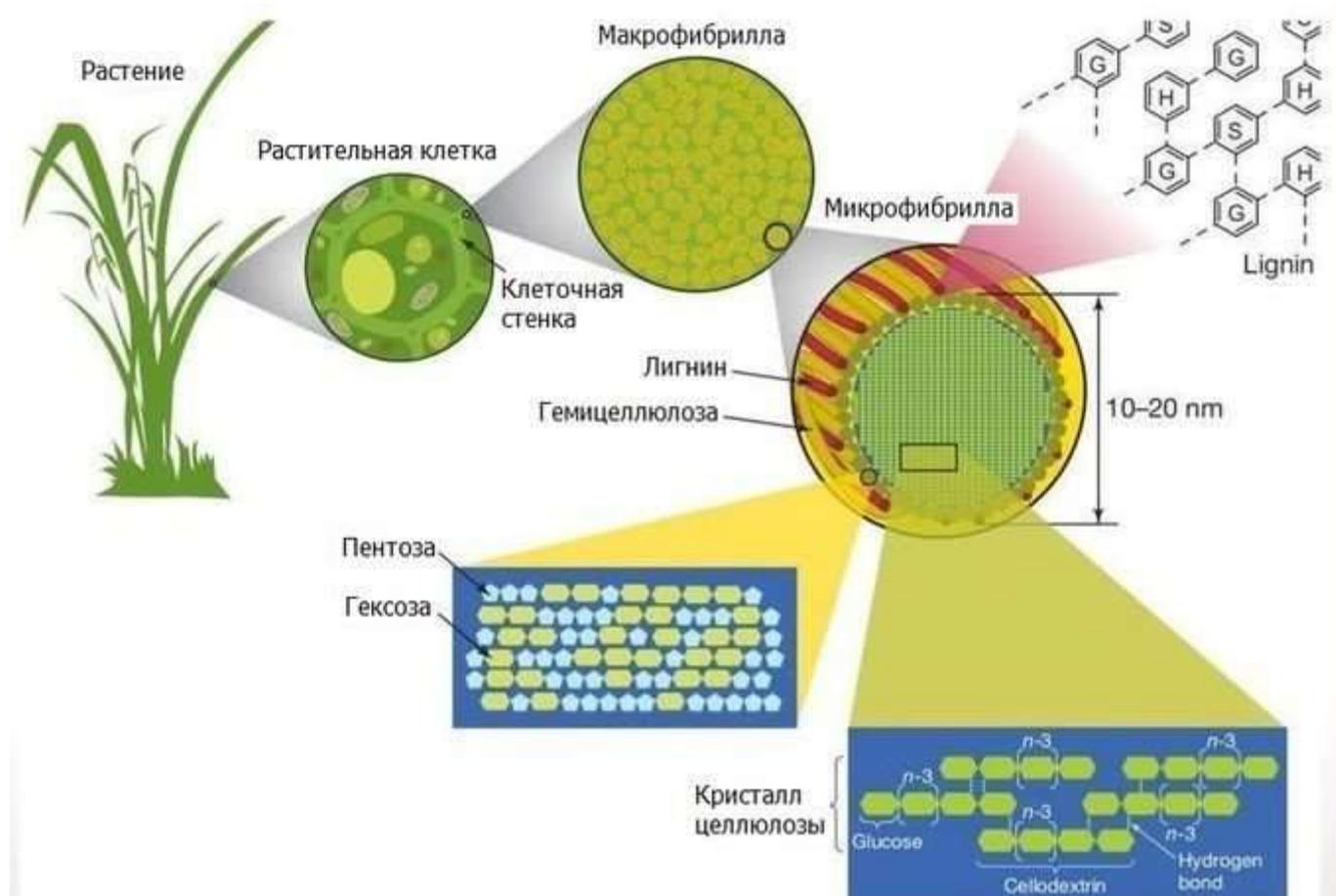


Рисунок 3.13 – Компоненты клеточных оболочек

Большая часть – до 90 %, нашего рациона составляют продукты, не содержащие пищевых волокон вообще: мясо, молочные продукты, рыба, яйца и т.д. Лишь 10 % суточного рациона дают шанс получить столько ПВ, сколько необходимо организму.

Растительные продукты существенно разнятся по количеству и качеству, содержащихся в них пищевых волокон. В различных растительных продуктах содержатся пищевые волокна разных видов. Только при разнообразном питании, т.е. при введении в рацион нескольких видов растительной пищи (крупы, хлеб из цельного зерна, овощи, фрукты, зелень), организм получает как необходимое количество пищевых волокон, так и волокна с разным механизмом действия.

К продуктам с наиболее высоким содержанием клеточных оболочек относятся: хлеб из муки грубого помола, пшено, бобовые (зеленый горошек, фасоль), сухофрукты (в особенности чернослив), свекла. Значительные количества клеточных оболочек содержат также гречневая и ячневая крупы, морковь. Наибольшие количества пектиновых веществ содержатся в яблоках, сливах, черной смородине и свекле. К продуктам, богатым различными балластными веществами, относятся также: орехи (миндаль, арахис, фисташки), капуста, абрикосы, ежевика, кокос, киви, петрушка, попкорн, водоросли (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Содержание пищевых волокон в некоторых овощах, съедобной части фруктов и ягод

Название	Количество ПВ в 100 г продукта, г		Компоненты ПВ, %		
	Сырая масса	Сухая масса	Целлюлоза	Гемицеллюлоза	Лигнин
1	2	3	4	5	6
Овощи					
Капуста брюссельская	4,2	35,5	25	72	3
Капуста зимняя	3,4	24,4	25	62	13
Капуста белая	2,7	27,4	23	66	11
Лук	1,3	18,1	26	74	Следы
Горох мороженный	7,8	37,1	27	69	2
Горох стручковый	6,3	47,6	39	61	Следы
Морковь	2,9	28,4	40	60	Следы

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
Брюква	3,4	22,1	33	67	Следы
Картофель	3,4	14,1	29	71	Следы
Фрукты, ягоды					
Яблоки свежие	1,4	9,2	33	66	1
Бананы	1,8	6,0	21	64	15
Вишня	1,2	6,7	20	74	6
Грейпфруты	0,4	2,4	9	78	13
Апельсины	1,9	13,7	14	71	15
Груша	2,4	14,7	28	54	18
Слива	1,5	9,3	15	65	20
Клубника	2,1	19,1	16	46	38

Низким содержанием клеточных оболочек характеризуются: рис, картофель, томаты, кабачки.

При недостаточном употреблении пищевых волокон с обычным питанием рекомендуются компенсаторные меры по обогащению суточного рациона клетчаткой. К подобного рода компенсаторным мерам относят употребление отрубей (пшеничных, ржаных, овсяных) или биологически активных добавок к пище (БАД) – источников пищевых волокон.

Еще в античные времена древние греки и римляне рекомендовали прием отрубей при непроходимости кишечника, то же делал в средние века Авиценна. И в наши дни отруби нашли широкое клиническое применение.

Содержание пищевых волокон в злаковых продуктах представлено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Содержание пищевых волокон в некоторых продуктах переработки хлебных злаков

Продукты	Количество ПВ в 100 г продукта, г	Компоненты ПВ, %		
		Целлюлоза	Гемицеллюлоза	Лигнин
Белая мука (72 %)	3,5	19	80	1
Темная мука (90–95 %)	8,7	18	724	10
Непросеянная мука (100 %)	11,5	20	74	6
Отруби отработанные	30,6	16	75	9
Отруби грубые	43,0	18	74	7
Овсяная крупа	7,2	12	83	6
Рис	2,7	22	78	Следы
Рожь	12,7	11	71	18

Наиболее распространенным является использование пшеничных отрубей – натурального продукта, содержащего помимо большого количества ПВ ряд витаминов и микроэлементов. Можно использовать также овсяные или ржаные отруби. 100 г пшеничных отрубей содержат 17 г белка, 4 г жира, 53 г клетчатки, 12 г крахмала, 6 г минеральных веществ.

Исследования добавления в пищу овощей и фруктов показали, что такая коррекция рациона сама по себе приводит к снижению потребления жиров и рафинированных углеводов. Эти данные подтверждают предположение, что решение проблемы избыточного веса путем потребления в большем количестве овощей и фруктов является более предпочтительным подходом, чем путем ограничения в питании [39].

Овощные культуры широко используются для получения функциональных продуктов питания, обладающих пребиотическими свойствами. Хорошо известно, что микрофлора кишечника во многом определяет здоровье человека. Пребиотики, такие как пищевые волокна, олигосахариды и инулин, являются компонентами пищи, не разрушаемыми в желудочно-кишечном тракте, и обеспечивающими избирательное стимулирование роста и активности полезных бактерий кишечника, таких как бифидо- и лактобактерии.

### **3.3.5 Нормы потребления неперевариваемых полисахаридов**

Долгое время неусвояемые углеводы считали ненужным балластом, поэтому с целью увеличения пищевой ценности были разработаны специальные технологии освобождения продуктов питания от балластных веществ. Рафинированные пищевые продукты приобрели широкое распространение, особенно в экономически развитых странах. В 20-ом веке стали производить и производят до сих пор рафинированные продукты, полностью или почти полностью освобожденные от пищевых волокон: сахар, многие кондитерские изделия, мука тонкого помола, осветленные соки фруктов, ягод и овощей и т.д., при таком питании в организм поступает от 10 до 25 г пищевых волокон в сутки. В типичной американской диете

количество употребляемых пищевых волокон составляет 12 г в сутки. При таком рационе использование пищевых волокон значительно снижено на фоне увеличенного потребления белков и животных жиров [7].

В нашей стране за последние 100 лет потребление пищевых волокон уменьшилось более, чем в два раза.

По мнению диетологов, от дефицита клетчатки в наши дни страдают практически все жители планеты. Чрезмерное увлечение рафинированными продуктами века явилось причиной значительного увеличения распространенности так называемых болезней цивилизации: ожирения, сахарного диабета, атеросклероза, заболеваний толстой кишки.

В диету средне статистического современного человека входит от 5 до 25 г ПВ, в среднем от 12 до 15 г. В рационе вегетарианцев ПВ содержится до 40 г в сутки, а наши предки потребляли от 35 до 60 г.

В Гигиенических требованиях безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, утвержденных Минздравом России в 2001 году, расчетная физиологическая потребность в пищевых волокнах определена в 30 г/сут при энергоценности рациона в 2500 ккал. В методических рекомендациях ГУ НИИ питания РАМН от 2008 г. физиологическая потребность в пищевых волокнах для взрослого человека определяется в 20 г/сут. По рекомендациям ВОЗ, принятой нормой считается поступление в организм со съеданной пищей от 25 до 35 г ПВ в сутки. Лечебная доза ПВ – не более 45 г в сутки, максимальная суточная доза – 60 г в сутки.

Для обеспечения необходимого количества пищевых волокон суточный рацион питания каждого человека должен включать 200 г хлеба из муки грубого помола, 200 г картофеля, 250 г овощей и 250 г фруктов.

Особое значение приобретает обогащение рационов растительными волокнами в пожилом возрасте и у лиц с склонностью к запорам.

При хронических заболеваниях толстой кишки требуется увеличение содержания в рационе количества пищевых волокон.

Однако, наряду с полезным действием, пищевые волокна могут оказывать и негативное влияние на организм человека. Важно учитывать, что пищевые волокна

способны усиливать газообразование у больных с метеоризмом и болевой синдром у пациентов с выраженной кишечной перистальтикой. При воспалительных заболеваниях кишечника и ускорении кишечной перистальтики необходимо ограничение поступления с пищей клеточных оболочек.

В подобных случаях на первых порах применяют диету с низким содержанием пищевых волокон с исключением продуктов, вызывающих повышенное газообразование (бобовые, капуста, щавель и др.) [26].

Эта мера направлена на устранение механического раздражения поврежденной слизистой оболочки кишечника, а также на предотвращение процессов брожения, которым в условиях дисбактериоза подвержены целлюлоза и другие компоненты клеточных оболочек в толстой кишке.

При снижении массы тела очень важно достаточное, а возможно даже и повышенное потребление клетчатки, чем рекомендовано при обычной калорийности рациона. Так как при повышенной массе тела рекомендуются гипокалорийные диеты и при таких диетах значительно снижается объем поступающей пищи, соответственно уменьшается и объем каловых масс. Это может приводить к проблемам с опорожнением кишечника, к запорам. Отсутствие нормального стула неблагоприятно для людей, которые снижают вес.

Достаточное количество ПВ содержится в овощах и фруктах, однако, многие фрукты и овощи содержат достаточно много углеводов, потребление которых следует уменьшить при избыточном весе. При снижении веса стоит отдавать предпочтение продуктам, которые содержат меньше углеводов и больше клетчатки.

### **3.4 Олигосахариды – как ингредиенты функционального питания**

Функциональные олигосахариды составляют промежуточную группу между простыми сахарами и полисахаридами и являются пищевыми волокнами и пребиотиками. Наиболее изучены пребиотические свойства таких олигосахаридов как фруктоолигосахариды, глюкоолигосахариды, изомалтоолигосахариды, олигосахариды сои, ксилоолигосахариды и малтитол.

Олигосахариды – углеводы, гидролизующиеся с образованием нескольких молекул моносахаридов (от 2 до 10).

Олигосахариды это неперевариваемые сахара. Они имеют волокноподобную структуру и выполняют очень важную роль в организме, поскольку вызывают селективный рост развитие лакто- и бифидобактерий в толстом кишечнике [8].

Растворимые олигосахариды, которые делятся на два вида: инулин, его добывают из таких растений как аспарагус, сахарная свекла, лук; инулиноподобный фруктан, который имеет микробное происхождение, так как их синтезируют микроскопические грибы *Aspergillus*, *Fusarium*, некоторые виды *Sacharomyces*. Функциональные олигосахариды обладают весьма полезными свойствами и выполняют в организме человека следующие функции:

- не стимулируют увеличение концентрации глюкозы в крови и секреции инсулина;
- являются низкокалорийными компонентами пищи (около 0–3 ккал/г субстрата);
- неканцерогенны;
- улучшают микрофлору кишечника, снижая количество патогенных бактерий и обеспечивая питание бифидо- и лактобактерий;
- препятствуют развитию диареи и запоров;
- улучшают абсорбцию кальция, магния, железа и других элементов в кишечнике;
- проявляют антиоксидантные, антимуtagenные, антибактериальные свойства.

Олигосахариды в настоящее время производят так же синтетическим путем и используют для получения синбиотиков (препараты комплексов пробиотиков и пребиотиков). Наиболее важным олигосахаридом, который в настоящее время получил большую популярность и распространение, является лактулоза – изомер лактозы.

Лактулоза впервые была синтезирована и описана учеными Хадсоном и Монтгомери в 1929 г. Получили ее при исследовании структуры дисахаридов путем термообработки лактозы щелочным раствором.

В 1948 г. Ф. Петуэли и Ж. Кристан выделили из женского молока вещество, активизирующее рост бифидобактерий и, не зная его строения, определили как бифидус-фактор. Считается, что первые попытки использования лактулозы в медицинской практике относятся к 1951 г., когда бифидус-фактор применили для лечения детей с энтеритами. Только в 1957 г., спустя почти 30 лет после открытия Хадсона и Монтгомери, Ф. Петуэли определил химическое строение бифидус-фактора как углевода из группы дисахаридов и назвал его лактулозой.

При попадании лактулозы в кишечник содержимое его постепенно снижается, при этом уменьшается рост гнилостных бактерий, различных токсинов на основе аммиака. Кроме того лактулоза стимулирует рост бифидобактерий, лактобацилл, уменьшает газообразование в кишечнике, снижает уровень образования таких веществ как индола, фенола, аммиака. Исследования показали, что при добавлении к молоку 2 % лактулозы, доля бифидофлоры возрастает от 90 % до 95 % [38].

Лактулоза, употребляемая перорально, не расщепляется в верхних отделах ЖКТ из-за отсутствия необходимых ферментов. Она транзитом переходит в толстый кишечник, где используется бифидобактериями как источник энергии и углерода. В результате метаболизма лактулоза превращается в уксусную, молочную и некоторые другие органические кислоты, которые подавляют развитие гнилостной микрофлоры и подкисляют содержимое кишечника. Вследствие этого является облегченным выведение фекальной массы, предотвращается образование токсичных продуктов белкового распада, уменьшают нагрузку на печень и почки, стимулируются иммунные реакции.

В настоящее время этот пребиотик активно используется во всем мире в пищевой и медицинских отраслях. В промышленных масштабах лактулозу получают из лактозы методом изомеризации в щелочной среде при повышенной температуре. Отработана отечественная технология получения лактулозы (фруктозогалактозида) путем изомеризации альдозы в кетозу и разработаны оригинальные рецептуры кисломолочных продуктов, содержащие данный и другие бифидогенные факторы. Наиболее широко используется лактулоза в производстве адаптированных смесей для детского питания. В настоящее время она так же широко применяется в лечебном и профилактическом питании. Кроме того,

лактозула стимулирует синтез бактериального белка, и эту способность лактулозы используют для повышения выносливости спортсменов на тренировках, при лечении запоров, почечной недостаточности, аденомии толстого кишечника, диабете, активизации иммунитета, при лечении нарушений холестерина обмена [5].

В пищевой промышленности лактулоза добавляется в количестве от 2 % до 5 % в различные молочные, колбасные изделия, майонез, напитки. При ее внесении в продукты питания необходимо соблюдать технологический процесс: температурный режим, вносить на определенных этапах, т.к. излишнее термическое воздействие может разрушить это вещество.

В настоящее время в производстве функциональных продуктов питания очень часто применяются различные препараты фруктоолигосахаридов (ФОС), представляющие собой смесь три-, тетра- и пентасахаридов глюкозы и фруктозы. Их промышленное производство осуществляется путем энзиматического превращения сахарозы и впервые было разработано в 1988 году. Основное количество этого фруктоолигосахарида в 1997 году потреблялось в Японии (75 % общего объема произведенной субстанции на сумму около 1 млрд йен), остальное количество экспортировалось, главным образом, в США и Францию. Ежегодный прирост продаж этого фруктоолигосахарида составляет порядка 30 %. Утилизируется данный фруктоолигосахарид большинством штаммов бифидобактерий, бактероидов, а также некоторыми культурами лактобацилл, стрептококков и энтеробактерий, за исключением *E. coli* и *Salmonella* [25].

Показано, что при назначении ФОС в кишечном содержимом животных и людей происходит нормализация, как микробиоценоза, так и состава многих микробных метаболитов. ФОС в настоящее время включены в более чем 500 традиционных продуктов (детское питание, хлеб, кофейные напитки, йогурты, многочисленные биологически активные добавки к пище и другие) и рассматриваются как важнейший фактор поддержания здоровья нации и увеличения продолжительности жизни. Поскольку ФОС не утилизируется кишечными ферментами, его можно использовать всем людям, включая больных сахарным

диабетом. Он обладает низкой калорийностью и может быть рекомендован людям, склонным к ожирению [1].

Фруктоолигосахариды также выделены и получены из чеснока, лука, цикория, артишока, бананов, томатов и сои. Препараты, биологически активные добавки к пище и продукты функционального питания, изготовленные на основе вышеуказанных растений, олигосахаридов или чистого инулина являются хорошими профилактическими средствами при дисбактериозах кишечника различного происхождения, поскольку способствуют размножению в пищеварительном тракте «дружественных» человеку микроорганизмов, прежде всего бифидобактерий, стимулируют абсорбцию различных минеральных солей, в особенности кальция, снижают уровень холестерина в сыворотке крови, стимулируют синтез витаминов, активируют иммунные механизмы защиты, уменьшают в толстой кишке содержание канцерогенов и гнилостных субстанций, ингибируют возникновение предраковых изменений в клетках, снижают переваривание сахаридов и таким образом способны снижать уровень глюкозы в крови [25, 3].

До настоящего времени нет окончательных данных о механизме благоприятных эффектов пищевых волокон на организм человека и животных. С помощью включения в пищевой рацион клетчатки можно уменьшить аппетит и соответственно поступление энергии в организм. Это связано с тем, что, вызывая растяжение стенок желудка и тонких кишок, пищевые волокна усиливают секрецию желудочного и кишечного соков, одновременно давая рефлекторный сигнал насыщения. Пища, бедная клетчаткой, не обеспечивает долговременное насыщение, в результате чего современный человек часто переедает. Присутствие в пище растительных волокон замедляет эвакуацию пищевых масс из желудка в кишечник, что обеспечивает более равномерное по количеству и времени поступление порций химуса в тонкую кишку, увеличивает его вязкость [8].

Будучи нерастворимыми в кишечном соке, растительные волокна в толстом кишечнике создают обширную дополнительную поверхность, помимо поверхности слизистой кишечника, к которой фиксируются многочисленные бактерии толстой кишки. После адгезии на пищевые волокна в течение короткого времени осуществляется формирование микроколоний, а в последующем – биопленка. Таким

образом, благодаря пищевым волокнам, в просвете толстой кишки во много раз возрастает число мест фиксации для кишечных микроорганизмов, что приводит к резкому увеличению количества присутствующих на единицу объема кишки микроорганизмов и, как следствие этого, резко возрастает метаболическая активность кишечного содержимого, связанная с жизнедеятельностью кишечной микрофлоры. Тот факт, что пищевые волокна, согласно клиническим наблюдениям, оказывают благоприятный эффект при самых разнообразных заболеваниях, позволяет предполагать, что на неперевариваемых тканевыми соками волокнах фиксируются те микроорганизмы, которые определяют оптимальную кишечную экологию для хозяина.

Таким образом, позитивный эффект олигосахаридов на организм человека основан на следующих механизмах:

- 1) коррекция микрофлоры и возрастание бифидобактерий;
- 2) снижение pH;
- 3) снижение уровня образования аммиака;
- 4) накопление летучих и других органических кислот, способствующих ускорению перистальтики, всасыванию микроэлементов;
- 5) регуляция газового состава;
- 6) энергетическое обеспечение эпителиальных клеток пищеварительного тракта.

К сожалению, современная пища лишь от 30 % до 60 % удовлетворяет потребность в неперевариваемых олигосахаридах, именно поэтому для обеспечения энергией микрофлоры пищеварительного тракта во всем мире ведутся работы по созданию и внедрению в пищевой рацион человека пищевых продуктов, содержащих углеводные субстраты, ферментируемые анаэробами, прежде всего бифидобактериями.

### **3.5 Аминокислоты, протеины, пептиды и нуклеиновые кислоты как компоненты продуктов функционального питания**

Белки важные и незаменимые компоненты в питании вещества. Они выполняют пластические, энергетические, транспортные и наследственные функции в организме человека. На долю белков приходится 17 % от общей массы тела человека. Белки участвуют в образовании иммунных тел, участвуют в обмене веществ, способствуют росту и размножению как клеток, так и организма в целом. С белками связано раздражительность, сократимость и движение во всех его функциях. Они выполняют роль катализаторов и осуществляют много других функций. Белки имеют несколько структур (первичную, вторичную, третичную, четвертичную) [10].

Белки являются фундаментальными компонентами пищевых продуктов, поскольку они выступают, с одной стороны, как источник энергии, а с другой (функциональной) – как источник различных пептидов и аминокислот, способных модулировать различные физиологические функции и биохимические реакции. Главными источниками белков, пептидов и аминокислот для приготовления продуктов функционального питания являются молоко, молочная сыворотка, яйца, желатин, белки мышц рыб и морских животных, растительные белки, соевые белки, а также белки, полученные из молока и мышц трансгенных животных (человеческий  $\alpha$ -лактальбумин, лактоферрин, лизоцим, коллаген,  $\beta$ -казеин,  $\kappa$ -казеин). В последние годы при производстве продуктов функционального питания наиболее широко используют фракции протеинов молока и молочной сыворотки, получаемые методами ультрафильтрации и сепарации. Помимо того, что эти белки являются прекрасным источником хорошо усвояемых белков, разветвленных аминокислот и кальция, белковые компоненты молочного сывороточного происхождения обладают иммуностимулирующим эффектом, усиливают абсорбцию кальция, цинка, меди, фосфатов, стимулируют рост бифидобактерий, проявляют антиоксидантную и антимикробную активность.

### 3.5.1 Физиологическое действие незаменимых аминокислот

Наиболее детально в этом отношении изучены такие аминокислоты как аргинин, глютамин и таурин (рисунок 3.14).



Рисунок 3.14 – Незаменимые аминокислоты

Глутамин используется эукариотическими клетками слизистой и иммунной системы для синтеза пуринов и пиримидинов, а также рибосахаров, требующихся для синтеза нуклеиновых кислот. Эта аминокислота крайне необходима практически для всех процессов клеточной пролиферации, для сохранения структуры, функций и здоровья желудочно-кишечного тракта. Она участвует в образовании энтероцитов и лимфоцитов, нервных клеток, является важным переносчиком азота между тканями, усиливает разнообразные клеточные функции, используется эукариотическими клетками слизистой пищеварительного тракта и иммунной системы для синтеза пуринов и пиримидинов, рибосахаров, требующихся для образования нуклеиновых кислот. Кроме того, глютамин необходим для образования аспарагина, используемого при синтезе белков [18].

Глутамин – нестабильная аминокислота разрушается, если пища, содержащая эту аминокислоту, подвергается нагреванию или длительному хранению. Глутамин, поступающий с пищей, обычно абсорбируется в верхних отделах кишечника и лишь в небольших количествах достигает нижних отделов пищеварительного тракта. Больным с тяжелыми формами заболеваний и иммунодефицитами, при усталости, депрессии требуется длительное дополнительное к обычному пищевому рациону назначение L-глутамина в виде биологически активной пищевой добавки или продукта функционального питания. Имеются указания, что прием глутамина помогает сбрасывать избыток веса при ожирении, участвует в выделении гормона роста, ускоряет наращивание мышц.

Другой важнейшей аминокислотой (суточная потребность от 5 до 6 г), требуемой для правильного функционирования слизистой толстого кишечника, является аргинин. Эта аминокислота также необходима для нормального функционирования гипофиза. Вместе с орнитином, фенилаланином она участвует в синтезе и высвобождении гормона роста, улучшает ответ клеток на воздействие этого гормона, стимулирует секрецию инсулина, глюкагона, пролактина (гормон гипофиза, стимулирующего рост и развитие молочных желез, образование молока и материнского инстинкта), улучшает качество спермы, способствует метаболизму накопившихся в организме жиров, повышает мышечный тонус, обеспечивает физическую и психическую выносливость. Кроме того, аргинин важен для регуляции роста и развития, в особенности лиц молодого возраста, он ускоряет заживление ран и оказывает иммуностимулирующий эффект [24].

Аргинин замедляет рост опухолей, улучшает состояние кожи, участвует в восстановлении хрящей, укрепляет связки и сердечную мышцу, стимулирует выработку инсулина. Назначение аргинина эффективно снижает уровень холестерина, способствует улучшению коронарной микроциркуляции, снижает риск возникновения инфарктов и инсультов, предохраняет жировое перерождение мышечной ткани у пожилых людей, предотвращает развитие старения. Аргинин играет фундаментальную роль в азотном обмене, обмене мочевины, синтезе креатина (главный резерв высокоэнергетических фосфатов при регенерации АТФ в мышцах).

Для укрепления иммунной системы аргинин рекомендуют принимать вместе с добавками лизина, нейтрализующего негативный стимулирующий эффект аргинина при некоторых вирусных инфекциях (например, при герпесе). Аргинин также оказывает инсулиноподобное действие на обмен веществ у больных сахарным диабетом. Назначение последним отвара из стручков фасоли, содержащих в значительных количествах аргинин и инулин, способствует нормализации углеводного обмена.

Источником аргинина являются орехи, попкорн, желатиновые десерты, шоколад, коричневый рис, овсянка, изюм, семечки подсолнуха и кунжута, хлеб с отрубями, пшеничные зародыши.

Орнитин. Аргинин и орнитин являются взаимопревращаемыми аминокислотами. Орнитин совместно с аргинином, триптофаном, глицином, тирозином, витамином С, В<sub>6</sub>, никотиновой кислотой, цинком, кальцием, магнием, калием запускает ночное выделение гормона роста, участвует в стимуляции его выработки. Орнитин способствует синтезу глутамина, улучшает сопротивление заболеваниям, ускоряет заживление ран, укрепляет сухожилия и связки, усиливает синтез белка, давая прирост мышцам, уменьшает уровень мочевины, оказывает защитный и восстанавливающий эффект на клетки печени. Орнитин не рекомендуют давать в качестве пищевой добавки детям, беременным и кормящим женщинам.

Недостаток глутамина и аргинина в здоровом организме компенсируется их синтезом местно в процессе микробной ферментации.

Таурин, содержащая серу – аминокислота, образующаяся при метаболизме метионина и цистеина. Для образования таурина необходимо присутствие витамина В<sub>6</sub>. Поскольку эта кислота не участвует в образовании белков, она долгое время рассматривалась как инертная аминокислота. В последние годы этой аминокислоте уделяется большое внимание, поскольку выяснилось, что таурин выполняет в организме важнейшие регуляторные функции. Участвует в стабилизации мембран клеток, формировании желчных кислот, кальциевом гомеостазе, гликолизе и гликогенообразовании, регуляции роста и водно-солевого (натрий, калий, магний) обмена, обладает антиоксидантными свойствами. Новорожденные имеют слабую

способность к образованию таурина, и их потребность удовлетворяется в этой кислоте через молоко матери.

Таурин постоянно обнаруживается в сыворотке коровьего молока. По своим эффектам на организм человека он схож с аргинином и глутамином. В настоящее время показано, что дополнительное введение таурина в пищевой рацион в дозе 3 г в день в течение шести недель оказывает позитивный эффект при застойной сердечной недостаточности, псориазе, ишемии сердца, легочном фиброзе, послеоперационном холеостазе, онкологических заболеваниях.

Таурин в больших концентрациях присутствует в большинстве животных тканей. Наилучшим источником таурина являются ракообразные и моллюски, а также яйца и мясо.

Аланин снижает риск образования камней в почках, регулирует функции иммунной системы, помогает борьбе с гипогликемией. Он входит в состав пантотеновой кислоты и коэнзима А – одного из самых важных катализаторов в организме [28].

Лизин – оказывает помощь в предотвращении остеопороза, катаракты, сохранении мышечной ткани, облегчении стресса, необходим для формирования костей, коллагена, восстановления тканей, синтеза антител, многих гормонов и ферментов, роста детей, способствует усвоению кальция и поддержанию нормального азотистого обмена у взрослых. Вместе с витамином С участвует в образовании карнитина. Лизин также понижает уровень триглицеридов крови, проявляет противовирусное действие. При дефиците этой аминокислоты отмечается анемия, раздражительность, усталость, кровоизлияния в глазное яблоко, снижение массы тела, нарушение репродуктивной функции, отставание в росте.

Наибольшее количество лизина обнаруживается в молочных продуктах, мясе, сое, дрожжах, рыбе и картофеле [3].

Метионин – это серосодержащая аминокислота, которая участвует в процессах регуляции веса и роста живых организмов. Является необходимым компонентом для образования множества антиоксидантов белковой природы, для синтеза нуклеиновых кислот, коллагена. Оказывает благоприятный эффект при различных формах депрессии, необходим для нормального функционирования

печени, незаменим при остеопорозе, уменьшает мышечную слабость, предотвращает отложение жиров в печени и на стенках сосудов, является достаточно эффективным лечебно-профилактическим средством при гепатитах, циррозах, токсикозе беременных, снижает риск возникновения рака у женщин при длительном использовании ими гормональных противозачаточных препаратов, проявляет противовоспалительное действие при заболеваниях суставов, по эффективности мало уступающее аспирину, облегчает острую и хроническую боль различного происхождения. Имеются наблюдения, свидетельствующие о том, что при недостатке метионина в пищевом рационе, снижается устойчивость человека к инфекциям, выпадают волосы, увеличивается склонность к возникновению атеросклеротических изменений в сосудах. Метионин существенно влияет на содержание селена в тканях. У лиц, страдающих синдромом хронической усталости, заметно снижено содержание метионина в сыворотке крови, что позволяет рекомендовать пищевые добавки с этой аминокислотой для восполнения ее дефицита и снятия клинических проявлений этого синдрома [22].

Пищевым источником метионина являются яйца, молочные и соевые продукты, мясо, семена, луковые растения [5].

Триптофан вместе с витамином В<sub>6</sub>, ниацином и магнием участвует в образовании серотонина, ответственного за настроение человека, умственное расслабление и ощущение эмоционального благополучия, контролирует защитно-приспособительные функции организма, и, наряду с инсулином, рассматривается как основной регулятор оптимального течения метаболических реакций и продолжительности жизни. Следует иметь в виду, что количество серотонина в организме может снижаться не только как результат недостаточного поступления в организм триптофана, но и как следствие повышенного поступления в организм конкурентных этой аминокислоте лейцина, изолейцина, тирозина и фенилаланина.

Также эта аминокислота необходима для образования витамина РР. Кроме того, триптофан рассматривается как естественный антидепрессант, благодаря своей способности уменьшать чувство беспокойства и напряжения. Имеются наблюдения, что эта аминокислота препятствует развитию алкоголизма, уменьшает состояние предменструальной тревоги. Физиологические концентрации триптофана,

поступающего в организм с пищевыми белками, способствуют хорошему сну, уменьшают боль, в том числе при мигрени. Триптофан необходим также для поддержания нормального веса, так как поступление в организм физиологически необходимых количеств данной аминокислоты уменьшает аппетит, увеличивает продолжительность жизни. Дефицит триптофана и ионов магния способствует развитию спазмов коронарных сосудов и может явиться причиной хронических заболеваний сердца.

Триптофан является основой для образования в организме гормона мелатонина, который подстраивает организм под ритмы окружающей среды. Мелатонин регулирует сон, сексуальную активность, ритмы размножения, репродукцию и является универсальным инструментом осуществления биологических ритмов живых организмов вне зависимости от их уровня организации. Наилучшим пищевым источником триптофана является бурый рис, мясо, творог, молоко, рыба, индейка, бананы, финики, сыр, арахис и соевые продукты.

Фенилаланин – эта аминокислота превращается в тирозин, регулирующий функцию щитовидной железы, а затем в норадреналин и допамин, нейромедиаторы, участвующие в поддержании духа, бодрости и хорошего настроения. Участвует в синтезе коллагена и соединительной ткани, стимулирует деятельность кровеносной системы, способствует образованию инсулина, предотвращает развитие артритов. Фенилаланин, поступаемый в организм с такими пищевыми продуктами, как соевые и хлебобулочные изделия, творог, миндаль, арахис, тыквенные и кунжутные семечки, сухое снятое молоко, способен в физиологических дозах уменьшать чувство голода и боль, увеличивать сексуальный интерес, улучшать память и способность к обучению, регулировать аппетит, облегчать депрессию, смягчать симптомы предменструального синдрома. Наиболее эффективно назначение этой аминокислоты как антидепрессанта в сочетании с витамином В<sub>6</sub>. Добавки с фенилаланином не рекомендуются принимать беременным, лицам с повышенным кровяным давлением, а также детям с фенилкетонурией [35].

Аспарагиновая кислота играет важную роль в обмене веществ, в деятельности ДНК и РНК, синтезе иммуноглобулинов, способствует удалению вредного аммиака

из организма. Является важным фактором предотвращения усталости и используется в качестве биологически активной добавки в питании спортсменов.

Цистин/цистеин – обе кислоты легко превращаются друг в друга. Цистин – эта устойчивая форма этих серосодержащих аминокислот. Благодаря присутствию в молекуле этих аминокислот SH-связей, они способны осуществлять детоксикацию при отравлениях, вызываемых повышенным поступлением в организм солей тяжелых металлов и агрессивных свободных радикалов. Играют важную роль в процессах формирования тканей кожи, являются предшественником глутатиона и одними из самых мощных антиоксидантов. Антиоксидантное действие цистеина усиливается при одновременном приеме витамина С и селена. Эти аминокислоты ускоряют сжигание жиров и образование мышечной ткани, связывают растворимое железо и способствуют его усвоению. Биологически активные добавки с данными аминокислотами препятствуют облысению, помогают в борьбе с псориазом, улучшают состояние волос, кожи и ногтей, уменьшают негативное воздействие на организм табачного дыма и алкоголя, в особенности при комбинации с витамином С, облегчают течение ревматоидных артритов, онкологических заболеваний, ускоряют заживление тканей после операционного вмешательства, ожогов, способствуют образованию мышечной ткани, повышают иммунный ответ на бактериальные антигены и активность натуральных киллеров. Пищевые добавки с цистеином не рекомендуются больным с сахарным диабетом, а также лицам, страдающим наследственным заболеванием цистинурией, характеризующимся формированием цистиновых камней в почках.

Альфа-кератины (белки, содержащиеся в волосах, шерсти, ногтях и т. д.) очень богаты остатками цистеина и цистина.

Гистидин входит в состав миелиновых оболочек, покрывающих нервные клетки, необходим для образования форменных элементов крови, для поддержания противоинфекционного иммунитета, защищает от повреждающего действия радиации, способствует выведению солей тяжелых металлов из организма. Использование этой аминокислоты в качестве пищевой биологически активной добавки помогает в борьбе с ревматоидным артритом, стрессами, повышает половое влечение, поскольку, образуя из этой аминокислоты гистамин, стимулирует

дополнительный кровоток, в том числе и в области половых органов. Для эндогенного образования гистамина требуется присутствие в организме достаточных количеств ниацина и пиридоксина [6].

В значительных количествах гистидин обнаруживается в злаковых культурах: рис, пшеница, рожь.

Пролин способствует заживлению ран, улучшает способность к обучению, является главным компонентом коллагена, важен для функционирования хрящевой поверхности суставов, укрепляет связки, сухожилия и сердечную мышцу, улучшает состояние кожи. Для укрепления соединительной ткани рекомендуется использовать пролин в сочетании с витамином С.

Наибольшее количество этой аминокислоты обнаруживается в мясных продуктах [41].

Серин необходим для нормального обмена жиров и жирных кислот, роста мышечной ткани, поддержания иммунитета (образования антител), помогает устранять боль, рассматривается как естественное средство укрепления нервов и психики. Серин – важный участник образования цистеина из метионина, служит источником метильных групп в синтетических процессах, участвует в образовании фосфолипидов.

Треонин необходим для поддержания баланса белка в организме, усвоению белковой пищи, участвует совместно с аспарагиновой кислотой и метионином в метаболизме жиров, активизирует иммунную систему, важен для синтеза коллагена и эластина. Из-за недостатка этой аминокислоты в растительных продуктах вегетарианцы часто испытывают дефицит треонина.

Глицин является самой простой по строению аминокислотой. Имеются указания на способность глицина стимулировать функции гипофиза, улучшать снабжение организма креатином, соединением жизненно важным для нормальной работы мышц, стимулировать образование в клетках глюкозы из гликогена за счет стимуляции образования глюкагона, ускоряет рост костной ткани. Глицин необходим для нормальных обменных процессов в центральной нервной системе, для синтеза нуклеиновых и желчных кислот, нормализует процессы возбуждения и торможения в центральной нервной системе, обладает антистрессовым эффектом,

повышает умственную работоспособность, полезен для восстановления поврежденных тканей, хорошего состояния предстательной железы, используется для синтеза фосфолипидов, окситоцина. Месячный курс приема этой аминокислоты в виде биологически активной добавки к пище при эмоциональном напряжении оказывают на человека успокаивающее действие, нормализуют сон, нейтрализуют действие токсических веществ (включая лекарственные препараты и алкоголь), в особенности при проживании и работе в экологически неблагоприятных условиях, улучшают адаптационные возможности организма, способствуют энергичности и хорошему самочувствию, повышают устойчивость зубной эмали к воздействию дименерализующих факторов. При избыточном количестве этой аминокислоты в организме отмечается развитие быстрой утомляемости.

Тирозин является важнейшим нейромедиатором, стимулирующим работу мозга, участвует в контроле за стрессом. Эта аминокислота также подавляет аппетит, участвует в метаболизации жиров, в производстве пигмента меланина, в функционировании гипофиза и поджелудочной железы. При недостаточном поступлении в организм тирозина отмечаются сниженное кровяное давление, холодные кисти рук и ступни ног, головные боли, хроническая усталость, сонливость [15].

Лучшим пищевым источником тирозина являются миндальные орехи, авокадо, бананы, молочные продукты, тыквенные семечки.

Лейцин, валин и изолейцин – рассматриваются как естественные анаболики, способствующие наращиванию мышечной массы. Эти аминокислоты подвергаются в организме окислительному превращению и выступают в качестве специфических источников энергии для мышц и мозговой ткани человека. Кроме того, они предохраняют мышцы и все другие ткани, за исключением костной, от постоянного распада. Известно, что при интенсивных и длительных физических нагрузках в мышцах накапливаются соединения свободного азота, тормозящие синтез мышечных белков. Разветвленные аминокислоты, о которых идет речь, тормозят образование этих азотистых соединений. При достаточном поступлении в организм этих аминокислот также уменьшается аппетит. Они способствуют образованию гликогена, регулируя секрецию инсулина, укрепляют и восстанавливают мышечную

и костную ткань, а также кожу. При дефиците изолейцина наблюдается состояние, схожее с гипогликемией. Рекомендуется принимать добавки этих аминокислот за 30 мин перед физическими нагрузками. Хотя прием указанных выше аминокислот с разветвленными цепями показан каждому человеку, в особенности повышается потребность в них у лиц, занятых тяжелым физическим трудом, профессиональных спортсменов, подвергающихся стрессам. Наиболее эффективная комбинация из разветвленных аминокислот должна включать 1 мг изолейцина на каждые 2 мг лейцина и 2 мг валина.

Наилучшими естественными источниками разветвленных аминокислот являются орехи, семена, куриное и другое мясо, соевые продукты, печень.

Многие аминокислоты способны оказывать свое позитивное действие на организм человека, выступая в качестве субстанций, способствующих усиленному росту таких представителей нормальной микрофлоры, как бифидо- и лактобактерии.

### **3.5.2 Источники белков**

Белки являются фундаментальными компонентами пищевых продуктов, поскольку они выступают, с одной стороны, как источник энергии и аминокислот, а с другой (функциональной), как источник различных пептидов и аминокислот, способных модулировать различные физиологические функции и биохимические реакции. Главными сырьевыми источниками белков, пептидов и аминокислот для приготовления продуктов функционального питания являются различные животные и растительные продукты (рисунок 3.16):

- молоко, молочная сыворотка (казеин, альбумины, глобулины);
- яйца;
- желатин (коллаген);
- белки мышц рыб и морских животных;
- белки растений (глутен, соевые белки, проламин);
- Белки, полученные из мышц животных ( $\alpha$ -лактальбумин, лактоферрин, лизоцим, коллаген).

# Источники белков

Источники белков разделяют на две группы:

## *Продукты богатые животным белком*



## *Продукты богатые растительным белком*



Рисунок 3.16 – Источники белков в рационе человека

Белки можно разделить на 4 класса:

1) белки, обладающие алиментарной специфичностью (белок яйца, молока). Основные белки, к которым относятся полноценные белки (содержащие все незаменимые аминокислоты), но их соотношение может быть не идеальным с точки зрения важности для организма человека. Организм человека способен выправлять это соотношение за счет своих собственных незаменимых аминокислот;

2) белки говядины, рыбы, сои – отличаются более высокой биологической ценностью чем первый класс, но их аминокрамма не идеальна и организм человека не способен ее компенсировать за счет своего фонда;

3) белки с худшим чем в двух предыдущих классах балансом незаменимых аминокислот и биологической ценностью – белки зерновых культур;

4) белки, которые вообще не содержат незаменимых аминокислот, обладают нулевой биологической ценностью (гемоглобин, желатин, хрящевые ткани).

Незаменимые аминокислоты содержатся в белках мяса, рыбы, молока, яиц, зерновых. Заменяемые аминокислоты так же выполняют важную роль, но они могут синтезироваться в организме человека и попадают в него с пищей [34].

### **3.5.3 Физиологическая потребность человека в белках**

Белки по происхождению могут быть животного и растительного происхождения. Соотношение должно быть 1:1 в ежедневном рационе. Животные белки усваиваются на 97 %, растительные – 85 %, белки смешанной пищи – 92 %.

Потребность организма человека в белке зависит от возраста, пола, климатических условий. Оптимальным считается поступление белка из расчета не менее 1 г/кг массы тела, минимум – от 35 до 40 г. У детей – от 5 до 15 г/кг. Лучшее соотношение белков и жиров 50:50, а белков и углеводов – 1:3,5. Неполюценное белковое питание всегда приводят к тяжелым заболеваниям: снижение защитных сил, отставание в физическом и умственном развитии, нарушение гормональной системы, свертываемости крови. При дефиците белка развивается алиментарная дистрофия, которая характеризуется не только задержкой физического развития, но и психического. Однако избыток тоже приводит к некоторым последствиям: процессу гниения в кишечнике, нагрузка на печень и почки, которая не в силах справиться с обезвреживанием и выведением большого количества продуктов белкового обмена.

### **3.5.4 Функциональные свойства белков**

Для получения белков, пептидов и аминокислот, обладающих биологической активностью, используют разнообразные приемы обработки сырья:

- нагревание при различных температурах;
- кислотный и щелочной гидролиз;
- микробная ферментация;
- энзиматический гидролиз;
- разделение на мембранах;
- ультрафильтрация;
- комбинированное воздействие.

Так, фракции протеинов молока и молочной сыворотки (ФМП), используемые при изготовлении функционального питания (безалкогольные напитки и пищевые продукты) для лиц пожилого возраста и для спортсменов, получают ультрафильтрацией и сепарацией. Помимо того, что эти белки являются прекрасным источником хорошо усвояемых белков, разветвленных аминокислот и кальция, белковые компоненты молочного и сывороточного происхождения обладают иммуностимулирующим эффектом, усиливают абсорбцию железа, кальция, цинка, меди, фосфатов, стимулируют рост бифидобактерий, проявляют антиоксидантную ( $\beta$ -лактоглобулин, лактоферрин) и антимикробную (лактопероксидаза, лизоцим) активность. ФМП в комбинации с протеинами сои являются наиболее распространенным источником полноценного белка при изготовлении продуктов детского питания [25].

### **3.6 Витамины**

Витамины – это органические соединения, присутствующие в продуктах питания в ограниченных количествах и необходимые для нормального осуществления обмена веществ и поддержания жизненно важных функций всех органов и тканей. Витамины – минорные компоненты пищи. Они не обладают пластическими или энергетическими функциями, но без них не проходит ни одна биохимическая реакция. Каждый витамин обладает определенной, только ему присущей функцией. В природе не существует таких продуктов питания, в которых присутствуют все необходимые организму человека витамины. Многие витамины синтезируются микроорганизмами, однако они, тем не менее, относятся к незаменимым факторам питания и должны поступать с пищей в необходимом количестве.

Суточные потребности человека в витаминах колеблются в широких диапазонах – от микрограмм (витамин В<sub>12</sub>) до десятков миллиграмм (витамин С).

В витаминах особо нуждаются пожилые и хронически больные люди, а также лица, переносящие повышенные физические и психические нагрузки, кормящие и

беременные женщины, спортсмены и др. Всего в настоящее время известно более 20 витаминов и биологически активных соединений со схожим действием на организм человека.

В настоящее время известны 13 витаминов, абсолютная необходимость которых для человека не вызывает сомнения:

1. Водорастворимые:

- витамин С – аскорбиновая кислота;
- витамины группы В:
  - В<sub>1</sub> – тиамин;
  - В<sub>2</sub> – рибофлавин;
  - В<sub>3</sub> (РР) – ниацин, никотиновая кислота и никотинамид;
  - В<sub>5</sub> – пантотеновая кислота;
  - В<sub>6</sub> – пиридоксин;
  - В<sub>7</sub> – биотин;
  - В<sub>9</sub> – фолиевая кислота (фолацин);
  - В<sub>12</sub> – цианокобаламин.

2. Жирорастворимые витамины:

- А – ретинол;
- D – эргокальферол;
- E – токоферол;
- K – филлохинон.

Существуют также несколько соединений, которые получили название витаминоподобных, поскольку они во многом по своим функциям напоминают витамины. Это инозит, биофлавоноиды (витамин Р), липоевая кислота, холин и некоторые другие [29].

Расчеты показывают, что даже самый сбалансированный и разнообразный рацион на 2500 килокалорий, что соответствует средним энергозатратам современного человека, дефицитен по большинству витаминов от 20 % до 30 %. Массовые обследования, проводимые Институтом питания АМН России, показали, что от 80 % до 90 % россиян имеют недостаток витамина С. От 40 % до 80 % населения обнаруживается недостаточная обеспеченность витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>; от

40 % до 55 % населения испытывают дефицит каротина. Дефицит фолиевой кислоты отмечается у до 80 % беременных женщин.

Причины дефицита витаминов в рационе современного человека связывают с: уменьшением общего количества потребляемой пищи, однообразием рациона, увеличением потребления рафинированных, высококалорийных, но бедных витаминами продуктов, интенсивной технологической переработкой пищевого сырья, консервированием и длительным хранением пищевых продуктов, повышенной потребностью в витаминах у детей в период роста, у беременных и кормящих, у лиц, страдающих тяжелыми инфекционными и хроническими соматическими заболеваниями или подвергающихся стрессовым воздействиям, принимающим противозачаточные гормональные средства или другое длительное медикаментозное лечение, приемом алкоголя, курением и т.д.

### 3.6.1 Жирорастворимые витамины

Жирорастворимые витамины – это группа полезных веществ, способных растворяться в жирной среде. К жирорастворимым витаминам относятся витамины А, Д, Е и К. Их основная особенность – это способность накапливаться в тканях организма, в основном в печени (рисунок 3.17).



Рисунок 3.17 – Жирорастворимые витамины

Витамин А – самый первый витамин, открытый в 1913 г. Суточная потребность составляет 1,0 мг, 0,3 мг витамина А или 0,6 мг β-каротина. Витамин А – это так называемая «животная» форма витамина. «Растительная» форма – β-каротин – один из наиболее распространенных и активных из 600 известных в настоящее время растительных пигментов, более пятидесяти из которых способны выступать в качестве предшественников витамина А, превращаясь в печени в данный витамин.

Витамин А обладает выраженным антиоксидантным действием, участвует в формировании костной ткани и зубов, в поддержании нормального состояния и восстановления эпителиальных тканей кожи и слизистых, в регуляции жирового и белкового обменов, замедляет процессы старения, повышает иммунитет, преимущественно воздействуя на иммунные механизмы защиты, связанные со слизистыми оболочками пищеварительного тракта, снижает риск возникновения бактериальных, вирусных инфекций и новообразований, способствует выработке половых гормонов, влияя тем самым на сексуальную функцию, предотвращает развитие заболеваний глаз (ночная или «куриная» слепота), необходим для нормального протекания беременности и кормления ребенка грудью. Оказалось, что витамин А требуется не только для выработки женских половых гормонов, но и для питания плода и уменьшения риска преждевременных родов. Употребление пищи, богатой β-каротином, на 40 % снижает вероятность возникновения инсульта. Регулярные добавки витамина А у детей ускоряют выздоровление от ветряной оспы, уменьшают тяжесть различных бронхолегочных инфекций. Дефицит витамина А является фактором риска для внутриутробного заражения детей, рождаемых от ВИЧ-позитивных матерей. По своей противоинойфекционной защите витамин А не уступает витамину С. Сочетанное применение этих двух витаминов в комбинации с цинком рассматривается как мощное профилактическое средство при любых простудных заболеваниях. Использование витамина А при язвенном колите, болезни Крона и язве двенадцатиперстной кишки заметно улучшает состояние больных. Китайскими исследователями обнаружено, что добавки к пище β-каротина, витамина Е и селена снижают риск возникновения рака пищевода и толстой кишки [32].

Наиболее четко витамин А проявляет свою активность при приеме в комплексе с витаминами группы В, витаминами Д и Е, а также кальцием, магнием, фосфором, селеном и цинком. Витамин А запасается в печени в количествах, которых достаточно на несколько месяцев. Особенно много витамина А содержится в печени рыб и млекопитающих, проживающих в районе Арктики. Кроме того, витамин А обнаруживается в сливочном масле, яичных желтках, сливках, молоке; среди растительных продуктов источником предшественников этого витамина являются все зеленые и оранжевые фрукты и овощи (капуста, томаты, шпинат, тыква, розовые грейпфруты, черника, голубика, ежевика, черная смородина, краснокочанная капуста, лук красного и желтого цвета, виноград темных цветов).

Витамин D – кальциферол, суточная потребность – 2,5 мкг (100 МЕ). Обнаружено пять разновидностей витамина D. Практическое значение в поддержании здоровья человека имеют D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub>. Основное количество этого витамина образуется в коже человека в результате превращения холестерина под воздействием ультрафиолетовых лучей в предшественника витамина D.

Витамин D регулирует обмен фосфора и кальция, содействуя всасыванию этих веществ в пищеварительном тракте и отложению в костной ткани, требуется для развития костей и зубов детей. От содержания в организме этого витамина зависит также утилизация магния, цинка, железа. Витамин D предотвращает мышечную слабость, участвует в регуляции сердечных сокращений, способствует нормальной функции щитовидной железы, свертываемости крови, предотвращает развитие остеопороза. Витамин D<sub>3</sub> является одним из самых активных регуляторов иммунной системы, влияя на процессы активации лимфоцитов и синтеза цитокинов.

При недостатке этого витамина развивается кариес, различные расстройства нервной системы, рахит у детей и размягчение костей у взрослых. Легкие формы дефицита витамина D могут проявляться бессонницей, потерей аппетита и веса, ощущением жжения во рту и горле, расстройством зрения. Недостаток витамина D встречается у лиц, страдающих псориазом, болезнью Крона и язвенным колитом, артритами крупных суставов. Витамин D часто не хватает тем, кто работает в ночную смену, затворникам пожилого возраста, темнокожим, живущим в северном полушарии, и другим лицам, кожа которых мало подвергается воздействию

солнечных лучей. Позитивный эффект этого витамина наилучшим образом проявляется при достаточном поступлении в организм кальция, меди, магния, селена, натрия, холина. С другой стороны, следует иметь в виду, что прием молока с добавлением синтетического витамина D может стать причиной выраженного дефицита магния в организме.

Наибольшее содержание витамина D среди продуктов животного происхождения обнаруживается в печени и жировой ткани рыб (например, треска) и морских животных, меньше в яичном желтке, сливочном масле. Среди растительных продуктов источником этого витамина являются зелень одуванчика, крапива, петрушка, хвощ. Витамин D, получаемый с пищей, не активен и превращается в активную форму в печени и почках.

Витамин E – токоферол, суточная потребность от 20 до 30 мг. Витамин E – группа витаминов из 4 токоферолов и 4 токотриенолов. Токоферол, в переводе на русский язык «делающий детей». Витамин E является природным антиоксидантом, защищает различные структуры и вещества в организме от окислительных изменений, участвует в биосинтезе эритроцитов, пролиферации клеток, тканевом дыхании, важен для нормального функционирования нервной, мышечной тканей, поддерживает здоровое состояние кожи и волос, оказывает регулирующее действие на сексуальные функции, важен для функционирования мужских половых желез, для снятия симптомов предменструального синдрома и в постклематерическом периоде женщин, предохраняет от выкидышей, проявляет детоксикационные свойства при воздействии ксенобиотиков, нормализует свертываемость крови, снижает артериальное давление, предотвращает развитие катаракты и образование рубцовой ткани, снимает судороги ног, укрепляет стенки капилляров, активизирует иммунитет, в особенности у лиц старческого возраста. Витамин E является важнейшим средством профилактики ишемической болезни сердца, новообразований, природным сосудорасширяющим агентом и антикоагулянтом (предупреждает появление и растворяет кровяные тромбы). Защищает другие жирорастворимые витамины от разрушения кислородом, способствует усвоению витамина A. Находит широкое применение в качестве компонента функционального питания для спортсменов для наращивания мышечной массы, повышения их

выносливости и улучшения атлетических достижений. Витамин Е часто добавляют в кремы по уходу за кожей, поскольку он может всасываться через кожу. Рекомендуется пожилым людям, так как обладает противораковым, сердечным, иммуностимулирующим, а также омолаживающим действием [4].

При употреблении полиненасыщенных масел, хлорированной воды, во время беременности, грудном кормлении, приеме гормональных противозачаточных средств требуется повышенный прием витамина Е [8].

Наибольшее содержание витамина Е обнаруживается среди таких продуктов растительного происхождения, как растительные масла, полученные холодным прессованием, капуста, орехи, бобовые, овсянка, кукуруза. Источником витамина являются также некоторые продукты животного происхождения (молоко, печень, яйца). Поступление в организм физиологических концентраций кальция, железа, марганца, фосфора, калия, селена, натрия и цинка усиливают эффект витамина Е.

Витамин К – филлохинон, суточная потребность от 0,2 до 0,3 мг. Участвует в образовании протромбина и способствует нормальному свертыванию крови. При дефиците развиваются геморрагические явления, синяки. Он также участвует в реализации функций мышц, способствует перистальтике, поддерживает функции печени и сердца, необходим для формирования и восстановления костей, участвует в превращении глюкозы в гликоген, уменьшает тошноту и рвоту при беременности, способствует продолжительности жизни. В настоящее время накоплены данные, свидетельствующие о роли витамина К в предотвращении развития остеопороза. Оказалось, что данный витамин участвует в синтезе специального соединения – остеокальцина, являющегося матрицей внутри костной ткани, на которой фиксируется кальций. Выяснилось также, что у женщин, страдающих различными формами остеопороза, содержание витамина К более чем в четыре раза ниже, чем у здоровых. Витамин К вносит также определенный вклад в профилактику некоторых новообразований (рака молочной железы, эпителиальных клеток). Ряд данных свидетельствует об участии витамина К в работе сократительного белка сперматозоидов. Полагают, что некоторые формы мужского бесплодия, связанные с низкой подвижностью сперматозоидов, связаны с дефицитом этого витамина.

У лиц, страдающих желудочно-кишечными расстройствами, сопровождающимися частым жидким стулом, нередко отмечается недостаток этого витамина. Прием антикоагулянтов, антибиотиков также сопровождается резким уменьшением содержания этого витамина в организме человека.

Частично витамин К образуется микрофлорой пищеварительного тракта. Наибольшее содержание витамина К обнаруживается среди таких растительных продуктов, как овес, люцерна, шпинат, цветная капуста, плоды шиповника, соя. Употребление зеленых листовых овощей является лучшим средством профилактики дефицита витамина К. Среди животных продуктов витамин К в наибольшем количестве присутствует в печени, желтках яиц.

### 3.6.2 Водорастворимые витамины

Водорастворимые витамины – это комплексы витаминов, биохимические свойства которых позволяют им полностью растворяться в воде и водных средах. Их основная особенность: не накапливаются в организме совсем, либо их запасов хватает на очень продолжительное время. Поэтому передозировка возможна лишь для некоторых из водорастворимых витаминов (рисунок 3.19).



Рисунок 3.19 – Водорастворимые витамины

Витамин В<sub>1</sub> – тиамин, его суточная потребность составляет от 1,5 до 2 мг. Участвует в углеводном обмене (образование пировиноградной кислоты), в переаминировании аминокислот (азотистый обмен), тормозит действие холинэстеразы, фермента, участвующего в процессах нервной регуляции, способствует нормальному функционированию кроветворной (образование клеток крови), нервной (познавательная активность, мыслительная деятельность, поведенческие реакции, способность к обучению), сердечно-сосудистой, пищеварительной систем (образование соляной кислоты, аппетит, тонус мышц пищеварительного тракта), в синтезе гормона щитовидной железы, обладает антиоксидантным действием, защищая от дегенеративных процессов, связанных со старением и воздействием алкоголя и табачного дыма. Витамин В<sub>1</sub> является ключевым звеном аэробного окисления глюкозы. Прием витамина В<sub>1</sub> помогает при морской болезни и плохой переносимости воздушных полетов. Витамин В<sub>1</sub> часто рассматривают как витамин бодрости духа, поскольку его прием повышает умственные способности, прежде всего у детей. В<sub>1</sub> также способствует росту. Тиамин обладает обезболивающим эффектом и поэтому используется в стоматологии, в комплексной терапии при опоясывающем лишае. В составе антистрессового комплекса В<sub>1</sub> сочетают с витаминами В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, пантотеновой и фолиевой кислотами [12].

При резко выраженном авитаминозе витамина В<sub>1</sub> развивается заболевание под названием бери-бери, характеризующееся распространенным поражением периферических нервов (полиневриты) нижних и верхних конечностей, ухудшением умственной деятельности, расстройствами сердечно-сосудистой системы, отеками. Нарушения функций нервной системы при дефиците витамина В<sub>1</sub> объясняют его участием в синтезе ацетилхолина, важнейшего медиатора в передаче нервного импульса. При недостатке этого витамина в рационе может отмечаться также избыточное накопление жира, атрофия мышц, запоры и другие расстройства кишечника, общая слабость и потеря веса. При диете с высоким содержанием сахара и рафинированных продуктов наблюдается ухудшение усвоения витамина В<sub>1</sub>.

Кофеин, чай, алкоголь, эстрогены, сульфаниламиды, физические нагрузки, пожилой возраст увеличивают потребности организма в витамине В<sub>1</sub>. Во время

беременности и кормления грудью также рекомендуется увеличивать дозу приема этого витамина. Для предотвращения недостаточности этого витамина у алкоголиков, что клинически проявляется развитием у них психозов, потерей памяти, другими расстройствами нервной системы, высказывались рекомендации по обогащению этим витамином крепких спиртных напитков, вина и пива.

Наибольшее содержание витамина В<sub>1</sub> обнаруживается среди животных продуктов в постном мясе, рыбе и яичном желтке, среди растительных – в высушенных семечках, апельсиновом соке, неочищенном рисе и других зернах, бобовых, отрубях, пивных дрожжах. Однако нужно помнить, что излишняя тепловая обработка и выдерживание продуктов на свету снижает количество тиамин.

Витамин В<sub>2</sub> – рибофлавин, суточная потребность – 2 мг. Участвует в углеводном, белковом и жировом обменах. Вместе с витамином А улучшает состояние слизистых пищеварительного тракта, а также способствует кислородонасыщению кожи, волос, ногтей, усвоению железа и активации витамина В<sub>6</sub> и других витаминов В группы, витамина D, нормальному метаболизму триптофана с превращением его в витамин ниацин [15].

Рибофлавин поддерживает и нормализует функции нервной, пищеварительной, сердечно-сосудистых систем. Предотвращает или замедляет развитие катаракты, способствует повышению в крови гемоглобина и эритроцитов, продукции антител, дыханию и росту клеток. Поступление витамина В<sub>2</sub> в физиологических концентрациях в организм человека способствует росту и репродуктивным функциям, сохраняет здоровую кожу, ногти и волосы, залечивает язвочки рта, губ и языка, улучшает зрение, уменьшает утомляемость глаз. Витамин В<sub>2</sub> задействован в двух важнейших ферментах, которые участвуют в выработке энергии, важен для нормального развития плода у беременных. У женщин с недостатком этого витамина могут рождаться дети с врожденными пороками или задержкой роста. Рибофлавин лучше действует в сочетании с витаминами В<sub>6</sub> и С. Витамин В<sub>2</sub> – флуоресцентное вещество, придающее моче ее специфический цвет.

Недостаточность рибофлавина – явление столь же частое, как и недостаточность аскорбиновой кислоты. При дефиците витамина В<sub>2</sub> отмечаются трещины и болезненность в углах рта, воспаляется слизистая оболочка полости рта

и языка, повышается чувствительность к воздействию света, резь и жжение в глазах, развивается дерматит, усиливается выпадение волос, замедляется рост, мыслительная деятельность, может возникать депрессия, истерия [40].

Рибофлавин не разрушается в отличие от  $B_1$  под действием тепла, света или кислот. Однако прием алкоголя, чрезмерное употребление сахара могут приводить к нехватке  $B_2$ . Потребность в этом витамине увеличивается при стрессах. Во время беременности, кормления грудью, при приеме противозачаточных гормональных средств также следует увеличивать прием витамина  $B_2$ . При малом употреблении красного мяса и молочных продуктов требуется увеличить прием рибофлавина. Дефицит витамина  $B_2$  является наиболее распространенным дефицитом витаминов группы В в развитых странах.

Наилучшими природными источниками витамина  $B_2$  среди животных продуктов являются: сыр, рыба, птица и яичные желтки; среди растительных – неочищенный рис, бобовые, отруби, капуста, авокадо, желтые овощи, орехи. Поскольку в хлебе и крупах содержание рибофлавина очень мало, рекомендуется добавлять его в эти продукты.

Витамин  $B_3$  – ниацин, никотиновая кислота, витамин РР, суточная потребность составляет от 15 до 20 мг. В организме ниацин образуется при метаболизме триптофана, являющегося предшественником этого витамина. Около 60 мг триптофана в пище эквивалентно 1 мг никотинамида.

Ниацин в организме обязательный компонент ферментов НАД и НАДФ, которые задействованы в более чем 50 различных биохимических реакциях организма. Играет важную роль в выработке энергии. Участвует в углеводном, белковом и жировом обменах, продукции соляной кислоты, в процессах секреции желчи, желудочного сока, синтезе половых гормонов, поддерживает гомеостаз холестерина крови, улучшает кровообращение, положительно действует при легких формах диабета, вяло заживающих ранах и язвах, оказывает также сосудорасширяющее и противораковое действие, снижает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Вместе с витамином А улучшает состояние слизистых пищеварительного тракта, а также способствует кислородонасыщению кожи, волос, ногтей, абсорбции железа и витамина  $B_6$ . Поддерживает и нормализует функции

нервной, пищеварительной, сердечно-сосудистых систем, коже придает здоровый вид, облегчает мигрень, обладает мягким седативным действием, иногда помогает при поносах, участвует в образовании энергии из углеводов и белков, помогает при язвенном стоматите, устраняет неприятный запах изо рта, снижает уровень холестерина и триглицеридов. Важен для нормального развития плода у беременных. Предотвращает или замедляет развитие катаракты, способствует повышению в крови гемоглобина и эритроцитов, продукции антител, дыханию и росту клеток. Ниацин жизненно важен для синтеза половых гормонов, а также кортизона, тироксина и инсулина. Отмечен синергидный эффект ниацина с хромом.

При выраженном авитаминозе никотиновой кислоты развивается заболевание пеллагра, для которого характерным является дерматит, диарея и деменция. Клинически это проявляется в язвенных поражениях слизистых, депрессии, слабоумии, раздражительности, нарушении сна, болях в конечностях, мышечной слабостью, нарушением переваривания пищи [35].

При дефиците витамина В<sub>3</sub> отмечаются трещины и болезненность в углах рта, воспаляется слизистая оболочка полости рта и языка, повышается чувствительность к воздействию света, резь и жжение в глазах.

Другой природной формой витамина В<sub>3</sub> является никотинамид, использование которого предотвращает повреждения клеток поджелудочной железы, улучшает их способность вырабатывать инсулин и уменьшает боли при некоторых заболеваниях суставов.

Наибольшее содержание ниацина обнаруживается среди животных продуктов в печени, пивных дрожжах, сыре, птице, рыбе; среди растительных – в томатах, моркови, капусте, картофеле, горохе, бобах, орехах и семенах. Обычно для предотвращения дефицита этого витамина белый хлеб, макароны, продукты из кукурузы, пшеницы и риса обогащаются дополнительным количеством никотинамида.

Витамин В<sub>5</sub> – пантотеновая кислота, суточная потребность составляет от 10 до 12 мг. Пантотеновая кислота в организме превращается в пантетин, который затем входит в состав специфической субстанции «коэнзим А», участвующей в процессах окисления и ацетилирования всех трех основных компонентов пищи (углеводов,

жиров и белков) для выработки энергии, а также в биосинтезе адреналина, кортикостероидов, холестерина, половых гормонов, желчи, фосфатидов, порфиринов и других соединений. Известен, как «антистрессовый» витамин (снимает состояние депрессии и тревоги), принимает участие в синтезе антител, производстве эритроцитов, обладает выраженным гипохолестеринемическим эффектом; рассматривается, как активный «сжигатель» жира, способствует утилизации витаминов, предотвращает некоторые формы анемии. Поддерживает тело в спортивной форме, активирует умственную деятельность и физическую работоспособность, предупреждает утомление, повышает устойчивость к гипоксии, способствует заживлению ран, снижает побочные эффекты антибиотиков. Показан детям с проявлениями умственной недостаточности, а также всем для нормального функционирования пищеварительного тракта. Включение витамина В<sub>5</sub> в пищевой рацион вызывает облегчение клинических проявлений язвенного колита, болезни Крона, подагры, стимулирует рост кишечных бифидобактерий и лактобацилл, помогает поддерживать в организме уровень омега-3 ненасыщенных жирных кислот. При дефиците витамина В<sub>5</sub> отмечаются слабость, головная боль, тошнота, ощущение покалывания в кистях рук. В высоких дозах снижает артритические боли, облегчает проявления аллергии. Тепловая обработка, консервирование, замораживание и оттаивание разрушают пантотеновую кислоту [21].

В организме человека вырабатывается в значительных количествах кишечной микрофлорой, поэтому авитаминоза у человека обычно не наблюдается. Наибольшее содержание среди животных продуктов обнаруживается в телячьей печени, говядине, пивных дрожжах, яйцах; среди растительных – в арахисе, свежих овощах, грибах, орехах, цельной ржаной и пшеничной муке.

Витамин В<sub>6</sub> – пиридоксин, суточная потребность от 2,0 до 2,5 мг. Рассматривается как один из самых необходимых в группе витаминов В, является критическим для поддержания гормонального и иммунного гомеостаза. Участвует в обмене различных соединений, входит в состав ферментов, участвует в обмене триптофана, метионина, цистеина, глутаминовой и других аминокислот. Важное значение имеет также в жировом и гистаминовом обменах. Регулирует уровень липидов крови, важен для поддержания натриево-калиевого баланса. Необходим для

нормального функционирования центральной и периферической нервной системы, способствует сорбции витамина В<sub>12</sub>, выработке гемоглобина, простагландинов. Повышает устойчивость организма к новообразованиям, уменьшает вероятность сердечных заболеваний, мягкий диуретик, уменьшает проявления предменструального синдрома, полезен для профилактики головокружения, депрессии и образования оксалатных камней в почках, предотвращает развитие аллергических проявлений, бронхиальной астмы, артритов, гормональных нарушений у женщин. Способствует образованию соляной кислоты и усвоению магния, белка и жира, трансформации триптофана в ниацин, предотвращает кожные и нервные расстройства, облегчает состояние тошноты (в том числе беременных), способствует нормальному синтезу нуклеиновых кислот, препятствующих старению, уменьшает спазмы мышц, судороги икроножных мышц, онемение рук, действует как натуральное мочегонное средство. Пожилые люди часто имеют нехватку витамина В<sub>6</sub>. Недостаточность витамина В<sub>6</sub> часто наблюдается у беременных. При дефиците этого витамина отмечаются судороги, шелушение кожи, конъюнктивит, «заеды» в углах рта, слабость, раздражительность, воспаление десен, плохая память, потеря волос, жирная кожа, задержка роста, ощущение звона в ушах, у новорожденных и маленьких детей нередко развиваются судорожные состояния. Появились указания на взаимосвязь дефицита В<sub>6</sub> и инфаркта миокарда, в особенности в молодом возрасте. При повышенном употреблении пищи, богатой белками, требуется увеличить прием витамина В<sub>6</sub>. Лучший эффект в сочетании с витаминами В<sub>12</sub> В<sub>2</sub>, пантотеновой кислотой, витамином С и магнием.

В организме человека пиридоксин частично вырабатывается кишечной микрофлорой. Витамин В<sub>6</sub> встречается практически во всех продуктах питания. Наибольшее его содержание среди животных продуктов обнаруживается в птичьем мясе, рыбе, пивных дрожжах, яйцах; среди растительных – в семечках подсолнечника, неочищенных зернах злаковых, грецких орехах, отрубях, свежих овощах, бананах [16].

Биотин – витамин В<sub>7</sub>, суточная потребность – 0,15 мг. Биотин был открыт еще в 1901 году. Однако в этот период ученые практически ничего не знали о витаминах и поэтому дали ему название биотин («биос — жизнь»).

Биотин участвует в выработке и метаболизме жиров и аминокислот, в сохранении и поддержании функции и внешнего вида кожи, волос и слизистых, входит в состав ферментов, способствует синтезу в печени ненасыщенных жирных кислот. Важен для многих функций иммунной системы. У мужчин предотвращает преждевременное выпадение волос, способствует нормальному функционированию потовых и половых желез, нервной ткани и костного мозга. Участвует в метаболизме витамина С, уменьшает боли в мышцах, проявления экземы и дерматита, сохраняет здоровую кожу лучше в синергизме с витаминами В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, ниацином и витамином А. В последние годы показана способность биотина контролировать уровень сахара в крови, что открывает перспективы его применения при диабете и связанных с этим заболеванием дегенеративных поражений нервов.

При дефиците в организме биотина развивается сонливость, потеря аппетита, кожа становится сухой, шелушится, приобретает воспаленный цвет, атрофируются сосочки языка, отмечается мышечная слабость, повышается уровень холестерина. Недостаток биотина у детей в возрасте до шести месяцев проявляется облысением, дерматитом и шелушением кожи головы. В организме человека недостаточность биотина отмечается достаточно редко, поскольку он синтезируется кишечной микрофлорой. Сырые яйца содержат специфический белок – авидин, который связывает биотин и препятствует его всасыванию в кишечнике. В результате тепловой денатурации авидин теряет способность связывать биотин. У лиц, злоупотребляющих алкоголем, отмечена недостаточность биотина, пиридоксина и пантотеновой кислоты.

Наибольшее содержание биотина среди животных продуктов отмечается в субпродуктах, пивных дрожжах, вареном желтке, молоке; среди растительных – в соевых бобах, цельных зернах, овсянке, орехах. Прием живых кисломолочных бактерий (бифидобактерий, ацидофильных лактобацилл) также способствует нормализации уровня биотина в организме.

Фолиевая кислота – витамин В<sub>9</sub>, суточная потребность – 0,2 мг. Частично образуется микрофлорой пищеварительного тракта. Фолиевая кислота участвует в кроветворении, в синтезе аминокислот, нуклеиновых кислот, в обмене холина, помогает при депрессии и тревоге. Поскольку фолиевая кислота выступает в

качестве кофактора в синтезе ДНК и РНК и необходима для деления и воспроизводства клеток, она очень важна для нормального протекания беременности, предотвращая нарушения со стороны плода. Профилактический эффект приема фолиевой кислоты наблюдается только при ее назначении в первые недели беременности. Поэтому фолиевую кислоту рекомендуют принимать всем женщинам детородного возраста при планировании беременности. С этой целью фолиевую кислоту следует принимать ежедневно в количестве 0,4 мг на протяжении не менее трех месяцев. Фолиевая кислота улучшает лактацию, восстанавливает регулярность менструального цикла, предотвращает преждевременные роды и развитие послеродовой депрессии, обеспечивает здоровый вид коже, является природным анальгетиком при болях различного происхождения, замедляет поседение волос, улучшает аппетит, предупреждает анемию, облегчает симптомы язвенного стоматита, язвенного колита и болезни Крона, климактерические расстройства, является хорошей антистрессовой пищевой добавкой, оказывает болеутоляющее действие при артритах. Наилучшим образом этот витамин работает в сочетании с витаминами С и В<sub>12</sub>. Совместно с витаминами В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub> снижает уровень гомоцистеина в плазме крови, который, являясь промежуточным продуктом метаболизма метионина, способен повреждать сосудистый эпителий, увеличивать процесс тромбоагрегации и тем самым значительно повышать риск сердечно-сосудистых заболеваний, включая инфаркт миокарда [24].

Симптомами дефицита фолиевой кислоты является онемение и покалывания в руках и ногах, болезненность и покраснение языка, поседение волос, анемия, потеря веса, состояние апатии, нарушение сна, памяти, утомляемость и другие проявления депрессии. При увеличении приема витамина С свыше 2 г в день требуется увеличить прием фолиевой кислоты. Употребление алкоголя, прием некоторых противовоспалительных лекарственных препаратов (аспирина, сульфосалазина), противосудорожных средств, противозачаточных пилюль, стрессы также требуют увеличения поступления в организм человека этого витамина. Недостаточность фолиевой кислоты является одним из самых распространенных витаминных дефицитов современного человека.

Фолиевая кислота разрушается более чем на 90 % при тепловой обработке сырых продуктов питания. Наибольшее содержание этого витамина среди животных продуктов отмечается в говядине, почках, мозгах, пивных дрожжах, печени, среди растительных – в бобовых, зеленых листьях овощей, корнеплодах, зародышах зерновых культур, кукурузе. Прием живых кисломолочных бактерий также способствует нормализации уровня фолиевой кислоты в организме.

Витамин В<sub>12</sub> — цианокобаламин, суточная потребность – 2,0 мкг. Характерной особенностью является наличие в его молекуле атома кобальта и цианогруппы. В<sub>12</sub> плохо усваивается при приеме через рот в чистом виде. Растительные продукты содержат витамин В<sub>12</sub> только, если они подверглись микробной трансформации [38].

Витамин В<sub>12</sub> обладает высокой биологической активностью. Он является фактором роста, необходим для созревания эритроцитов и нормального кроветворения. Участвует в образовании метионина и холина, нуклеиновых кислот, оказывает благоприятное действие на функции печени и нервной системы, на обмен углеводов и липидов, снижает уровень холестерина в крови, участвует в синтезе ацетилхолина, оказывает положительное влияние на фертильность, способствует утилизации железа. Помогает усвоению пищи, предохраняет от инсульта и инфаркта миокарда, облегчает депрессию, снижает раздражительность, улучшает концентрацию, память и душевное равновесие. Имеются указания, что восстановление нормального содержания витамина В<sub>12</sub> в организме человека способствует профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, помогает преодолеть бессонницу, снятию затрудненного дыхания у больных с астмой, облегчает течение крапивницы и хронического дерматита, облегчает боль при диабетической невропатии, снижает кровяное давление, восстанавливает содержание сперматозоидов в семенной жидкости. При дефиците витамина В<sub>12</sub> нарушается походка, развивается хроническая усталость, быстрое утомление, запоры, депрессия, головокружение, сонливость, заболевания глаз, раздражительность, ухудшение памяти и настроения, шум в ушах, анемия. Вегетарианцам следует обязательно добавлять В<sub>12</sub> в свой рацион. Употребление алкоголя повышает потребности организма в этом витамине. Совместное

использование фолиевой кислоты и витамина В<sub>12</sub> рассматривается как один из самых эффективных приемов восстановления жизненной силы. В<sub>12</sub> полезен женщинам во время менструаций и в предменструальный период.

Витамин В<sub>12</sub> частично образуется микрофлорой кишечного тракта. Наибольшее содержание витамина отмечается в таких животных продуктах, как печень, рыба, мясо, пивные дрожжи, яйца, почки, продукты моря; среди растительных продуктов встречается редко – соевые продукты, хмель, красная водоросль, другие морские овощи. При оральном способе применения витамин В<sub>12</sub> лучше всего использовать в виде подъязычных таблеток. Это позволяет обеспечить прямое поступление этого витамина в кровь, минуя желудочно-кишечный тракт.

Витамин С – аскорбиновая кислота, суточная потребность от 70 до 100 мг. Участвует во всех видах обмена. Витамин С играет важную роль в образовании коллагена, для роста, укрепления и восстановления всех тканей, зубов, десен, сосудов, костей и т. д. Обеспечивает продукцию антистрессовых гормонов и интерферона, активирует все клетки иммунной системы, необходим для метаболизма фолиевой кислоты, тирозина, фенилаланина, участвует в синтезе коллагена. Повышает абсорбцию железа, проявляет антикоагуляционное и мягкое антигистаминное действие, обладает синергизмом с глутатионом. Будучи универсальным антиоксидантом, способен восстанавливать окисленные формы витаминов Е, А и β-каротина. Обеспечение организма физиологическими концентрациями витамина С уменьшает уровень холестерина, нормализует кровяное давление, ускоряет заживление ран, предотвращает развитие многих респираторных вирусных инфекций, злокачественных новообразований, помогает бороться с избыточным весом, снижает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, удлиняет жизнь. Витамин С действует как натуральное слабительное, совместно с витаминами группы В помогает противостоять стрессам. Следует иметь в виду, что хотя витамин С действительно предохраняет больного диабетом от повреждений, связанных с повышенным содержанием сахара в организме, прием высоких доз этого витамина может влиять на результаты определения истинных концентраций сахара крови [8].

Дефицит витамина С рассматривается в настоящее время, как одна из самых распространенных дефицитностей витаминов в мире. Этому способствует недостаточность употребления человеком в пищу овощей и фруктов, главных источников витамина С. Кроме того, тепловая обработка, хранение сопровождается разрушением большей части этого витамина. Употребление алкоголя, табачный дым, оральные контрацептивы, кортикостероиды, стрессы, охлаждение организма, обильное потоотделение разрушают витамин С. Например, одна выкуренная сигарета приводит к разрушению от 25 до 100 мг витамина С, прием аспирина втрое повышает потребности в этом витамине. При дефиците этого витамина отмечаются кровоточивость десен при чистке зубов, предрасположенность к простудным заболеваниям, боли в суставах, потеря зубов. В тяжелых случаях авитаминоза С развивается заболевание – цинга.

Животные, за исключением человека, обезьян и морских свинок, способны к эндогенному синтезу витамина С. Самая лучшая пищевая добавка витамина С – это его комплекс с биофлавоноидами (гесперидином и рутином), естественно присутствующий в плодах шиповника. Наибольшее количество витамина С среди растительных продуктов, кроме шиповника, обнаруживается в сладком перце, черной смородине, киви, цитрусовых, ананасах, капусте, помидорах, ягодах, зеленом горошке, горчице, хрене. Хорошим источником этого витамина является капуста, в том числе квашеная. Включение в рацион продуктов питания, содержащих органические соли кальция, магния, кобальта, меди, железа и натрия, усиливает эффект витамина С.

### **3.6.3 Витаминопобные вещества**

ПАБК – парааминобензойная кислота, суточная потребность не установлена. Имеются указания, что доза ПАБК в количестве 20 мг достаточна, чтобы удовлетворить физиологические потребности взрослого человека. ПАБК формально не относится к витаминам, однако по своим биологически активным

характеристикам она близка в витаминам группы В. Попадая в пищеварительный тракт, ПАБК преимущественно идет на синтез фолиевой кислоты, а также способствует ассимиляции пантотеновой кислоты. В связи с этим многие ее положительные проявления на организм человека совпадают с таковыми фолиевой и пантотеновой кислот. ПАБК участвует в пигментации волос, предохраняет от солнечных ожогов, помогает сохранять кожу здоровой и гладкой, замедляет образование морщин, участвует в регуляции баланса женских гормонов, способствует поддержанию нормальной микрофлоры кишечника, утилизации белка и формированию эритроцитов. Имеются указания на благоприятные последствия включения ПАБК в рацион при различных заболеваниях суставов, посттравматических контрактурах, витилиго (утрата пигментации, сопровождающаяся образованием белых пятен на коже), при воспалительных аутоиммунных заболеваниях и аллергии [7].

При дефиците ПАБК отмечается депрессия, слабость, раннее или обильное поседение волос, раздражительность, нарушение стула, появление белых пятен на коже. Прием сульфаниламидных препаратов способствует развитию недостаточности этого соединения. Значительные количества ПАБК образуются представителями нормальной микрофлоры в кишечнике человека. Кроме того, эта кислота присутствует в таких продуктах питания, как печень, пивные дрожжи, почки, рис и другие цельные зерна. Прием живых кисломолочных бактерий (бифидобактерий, ацидофильных лактобацилл) также способствует нормализации уровня ПАБК в организме.

Инозит – представляет собой группу циклических шестиатомных спиртов, близких по своим физико-химическим свойствам моносахаридам, суточная потребность – 1 г. Инозиты достаточно широко распространены в растениях в виде фитинов – сложных органических соединений, представляющих смесь кальциевых и магниевых солей гексафосфорной кислоты.

По своим позитивным эффектам на углеводный и жировой обмен человека инозиты во многом напоминают витамины группы В и холин, хотя по сравнению с последним их гипохолестеринический эффект выражен намного слабее. Инозиты является важным компонентом клеточных мембран, в которых он присутствует в

виде фосфатидилинозита. Кроме того, инозиты оказывают выраженное успокаивающее действие при депрессивных состояниях, тревоге, бессоннице. У лиц, страдающих периферической невропатией, связанной с диабетом, дополнительное включение инозита в пищевой рацион восстанавливает пониженное содержание этих биологически активных соединений в пораженных нервных клетках. Имеются данные, что инозит предохраняет волосы от выпадения, оказывает хорошее лечебно-профилактическое действие при экземе, стимулирует кроветворение, усиливает рост и развитие костной ткани, а в комплексе с холином и метионином помогает «сжигать жир» у тучных людей, регулировать обмен эстрогена у женщин, участвовать в образовании лецитина, снижать умственную утомляемость, увеличивать эффективность витамина Е, предотвращает развитие атеросклероза. Присутствуя в значительных количествах в грудном молоке матери, инозит способствует росту нервной ткани у новорожденных, а также облегчает вынашивание детей, рожденных с низким весом, или страдающих диатезом, рахитом. Любители кофе нуждаются в дополнительных количествах инозита.

Наибольшее содержание инозита среди растительных продуктов обнаруживается в изюме, арахисе, капусте, дыне, овощах, цельно зерновых продуктах. Среди других продуктов инозиты обнаруживаются в мясе, печени, молоке, лецитине, а также в пивных дрожжах [18].

Пангамовая кислота – представляет собой эфир глюконовой кислоты и диметилглицина, суточная потребность – 2 мг. Эта витаминоподобная субстанция, описанная российскими исследователями и клиницистами, по своим эффектам на человека схожа с витамином Е, проявляя выраженное антиоксидантное действие. Ее эффективность повышается в присутствии витаминов А и Е. Увеличивает продолжительность жизни клеток, ускоряет восстановление сил при усталости, улучшает липидный обмен, снижает уровень холестерина, смягчает проявления коронарной недостаточности и астмы, предотвращает развитие цирроза, уменьшает тягу к спиртному, стимулирует иммунитет, участвует в синтезе белков, улучшает усвоение кислорода тканями. В больших городах, где имеется выраженная загрязненность атмосферного воздуха различными токсическими соединениями, использование пангамовой кислоты оказывает хороший защитный эффект на

многие клетки организма, поскольку снижает проявления гипоксии. Способствует выносливости и снимает утомление, благодаря чему используется в качестве пищевой биологически активной добавки в питании спортсменов.

Наибольшее содержание пангамовой кислоты отмечается в таких растительных продуктах, как пивные дрожжи, коричневый рис, зерно, семечки кунжута и тыквы.

По данным Института питания АМН России, биотина, фолиевой кислоты и никотиновой кислоты в организме очень мало, что требует постоянного дополнительного их поступления с пищей. От 30 % до 70 % населения нашей страны имеет дефицит витаминов группы В и каротина. При этом полигиповитаминоз отмечается практически у всех возрастных группах и мало связан с национальной принадлежностью и профессией россиян [27].

### **3.7 Минеральные вещества как компоненты функционального питания**

#### **3.7.1 Общая характеристика минеральных веществ**

Изучение распространения химических элементов в живых организмах и их физиологической роли началось с середины 19 века. Многочисленные исследования установили, что микроэлементы не являются случайными компонентами тканей и биологических жидкостей живых организмов, а являются составным элементом древнейшей регуляторной системы практически всех жизненных функций на всех стадиях их развития. Хотя содержание микроэлементов в организме человека очень небольшое, оказываемые ими биологические эффекты трудно переоценить.

Для нормальной жизнедеятельности человека необходимо не только регулярное поступление в организм макро- и микроэлементов, но и правильное их соотношение. Живой организм способен селективно ассимилировать не только сами микроэлементы, но даже определенные изотопы из их смесей. Минеральные вещества, несмотря на их исключительную жизненную необходимость, не синтезируются живыми организмами и должны поступать в них из окружающей среды. Поскольку содержание микроэлементов в пищевых продуктах и питьевой

воде существенно различается в зависимости от места проживания человека, достаточно легко могут возникать состояния, связанные как с избыточным поступлением в организм микроэлементов из окружающей среды, так и с дефицитом их накопления. Это, в свою очередь, отражается на физиологическом состоянии человека и животных, а также клинической и биохимической картине заболеваний и патологических синдромов, степень выраженности проявлений которых зависит от химического состава природной или антропогенной среды обитания.

При прочих равных условиях наиболее часто нарушения содержания химических элементов наблюдается у беременных и кормящих матерей, детей и подростков в период интенсивного роста, спортсменов, лиц с неправильным и нерегулярным питанием или страдающих дисбалансом микробной экологии пищеварительного тракта.

Поступление в организм человека микроэлементов, их метаболизм, аккумуляция и выделение регулируется специальной системой, называемой биологической системой микроэлементного гомеостаза. Наиболее четко прослеживается связь дисбаланса этой системы с такими заболеваниями, как болезни кожи, ногтей и волос, сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата, крови, нарушение роста и развития, бесплодие и различные сексуальные нарушения, сахарный диабет, аллергия и другие [29].

Для оценки питательной эффективности минералов, поступающих в организм человека с водой и пищей, используется такое понятие, как биодоступность минералов, под которой понимают насколько эффективно поступающие микроэлементы абсорбируются в пищеварительном тракте, сохраняются в организме и используются в качестве необходимого элемента разнообразных клеток, ферментов и других биологически активных структур макроорганизма.

Важнейшим звеном в процессе усвоения микроэлементов человека являются микробиоценозы. Многочисленными исследованиями установлено, что обмен большинства химических элементов находится под регулирующим влиянием микрофлоры пищеварительного тракта. Именно благодаря ей неорганические элементы превращаются в такие биологически распознаваемые органические структуры, которые способны сорбироваться, включаться в различные эндогенные

витамины, гормоны, ферменты и пигменты, а затем и выводиться с мочой, фекалиями и потом. Любые изменения в микробной экологии человека тотчас отражаются на всех указанных процессах метаболизма микроэлементов. С другой стороны, состав и функции и самой микрофлоры пищеварительного тракта в значительной степени зависят от состава и количественного содержания микроэлементов в водно-пищевых рационах.

Среди причин, лежащих в основе недостатка минералов, можно назвать, прежде всего, неадекватное питание. Так, например, при том или ином дефиците магния в пищевых продуктах, что отмечается при недостаточном употреблении в пищу различных орехов, семян, зерновых или, напротив, при длительном употреблении колбасных изделий, консервированных мясных продуктов, у человека могут возникать симптомы, свидетельствующие о недостатке в организме этого химического элемента. Схожие проявления могут быть обнаружены у лиц, с нарушенными функциями кишечного всасывания магния, или при повышенной потребности в магнии тех или иных тканей человека (например, при хронических стрессах, повышенной продукции гормона альдостерона, диабете).

Длительное применение ряда фармакологических препаратов, способствующих выведению магния или при интоксикациях, обусловленных повышенным поступлением в организм ионов алюминия, бериллия, фосфатов, также может симулировать картину недостаточности магния в пищевых продуктах. На содержание микроэлементов в организме человека существенное влияние оказывает их присутствие в почве и водоемах, где выращиваются те или иные продукты растительного и животного происхождения. Например, установлено, что в районах Северо-запада России, Ярославской, Костромской, Ивановской областях, Удмуртии, Забайкалья почва и вода содержит очень небольшие количества селена. Как результат, жители этих регионов получают с водой и пищевыми продуктами недостаточное количество этого элемента, что проявляется широким распространением среди населения указанных регионов селенонедостаточности с теми или иными клиническими проявлениями, характерными для дефицита этого химического элемента. В районах с эндемическим распространением дефицита йода отмечено снижение функции щитовидной железы. При исключительно вегетари-

анской пище из-за недостатка поступления в организм кобальта у женщин нарушается менструальный цикл [1].

Оренбургская область входит в число эндемичных по йоду регионов, где отмечается низкое содержание йода, как в объектах окружающей среды, так и в продуктах, произведенных на нашей территории, что является одной из причин заболеваемости населения, связанной с болезнями эндокринной системы. В связи с этим перед населением области остро стоит проблема искусственного восполнения недостатка йода с помощью продуктов питания и биологически активных добавок.

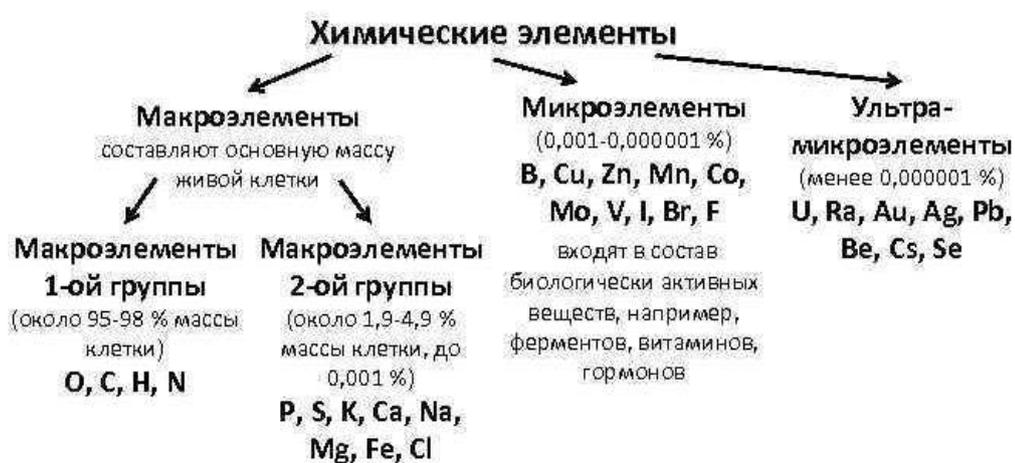
Минеральные вещества играют важную роль в обменных процессах организма человека. Они входят в состав опорных тканей (кальций, фосфор, магний, фтор); принимают участие в кроветворении (железо, кобальт, фосфор, медь, марганец, никель); влияют на водный обмен, определяют осмотическое давление плазмы крови, являются составными частями ряда гормонов, витаминов, ферментов. Общее содержание минеральных веществ составляет от 3 % до 5 % массы тела человека. Содержание минеральных веществ в сырье и продуктах питания невелико от 0,1 % до 1,9 %.

В зависимости от содержания в организме и потребностей человека в минеральных веществах их разделяют на макроэлементы и микроэлементы (рисунок 3.20).

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

Микроэлементы условно делят на две группы:

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



**Биоэлементы, или органогены (O, C, H, N, P, S)** – являются основной органических молекул в живых клетках и составляют основу структуры органов и тканей.

Рисунок 3.20 – Классификация химических веществ в организме человека

### 3.7.2 Характеристика макроэлементов

Макроэлементы – полезные для организма вещества, суточная норма которых для человека составляет от 200 мг. Дефицит макроэлементов ведет к нарушению метаболизма, дисфункции большинства органов и систем (рисунок 3.21).

Кальций (Ca) – главный элемент костной ткани и зубов, в которых кальций образует вместе с фосфатом нерастворимый кристаллический минерал – гидроксилapatит кальция. Общее количество кальция в теле взрослого человека может достигать 1,5 кг. Ежегодно до 20 % кальция в организме человека подвергается замене. Ежедневно из костей скелета уходит и в них возвращается от 700 до 800 мг кальция. Большая часть ионизированного кальция находится в плазме. В этом состоянии ионы кальция предотвращают увеличение фракции внутриклеточного кальция. Суточная потребность кальция составляет от 800 до 1500 мг.



Рисунок 3.21 – Макроэлементы и их источники

Кальций обладает антистрессовым, антиаллергическим, антиоксидантным эффектами. Обеспечивает крепкие зубы, кости, ногти; нормальный сердечный ритм; облегчает бессонницу; улучшает деятельность нервной системы, играя важную роль в проведении нервных импульсов, обеспечивая равновесие между процессами возбуждения и торможения в коре головного мозга; способствует усвоению железа; предотвращает переход клеток из предракового в раковое состояние; присутствие в организме достаточного количества кальция препятствует накоплению свинца в костной ткани.

В случае недостатка поступления кальция в организм или нарушения его метаболизма возникают изменения в костной ткани (например, остеопороз, характеризующийся уменьшением содержания этого элемента в костях, что может приводить к хрупкости и переломам костей), в мышцах (боли, судороги), щитовидной железе (нарушение функции), иммунной системе (склонность к аллергическим проявлениям, снижение иммунитета, в том числе противоопухолевого), кроветворной системе (нарушение свертываемости). Дефицит

кальция может провоцировать развитие гипертонических кризов, токсикозов беременности, гиперхолестеринемии.

Наибольшее содержание кальция среди животных продуктов обнаруживается в сухих сливках, молоке и сырах, среди растительных продуктов в семенах кунжута и бобах. При аллергии на молочные продукты хорошим источником кальция может стать стакан апельсинового сока с добавками этого химического элемента, стограммовая баночка сардин или лосося с костями, чашка орехов фундук или морские водоросли. При поступлении в организм менее 0,5 г кальция в сутки резко увеличивается вероятность возникновения остеопороза. Следует помнить, что все безалкогольные напитки богаты фосфором, что препятствует усвоению кальция, замедляет рост, способствует остеопорозу. Кроме того, следует иметь в виду, что всасывание кальция в кишечнике из злаковых затруднено, поскольку основная часть этого элемента прочно связана в них с инозитол-гексафосфатом, образуя кальций-магниевую соль фитин.

Магний (Mg) – содержится главным образом в митохондриях, ядре и рибосомах, суточная потребность составляет от 400 до 750 мг. В организме взрослого человека присутствует около 21 г магния.

Известно более трехсот ферментов, работа которых зависит от магния. Магний активизирует ферменты, регулирующие углеводный, белковый, липидный обмены; хранение и высвобождение энергии в АТФ; стимулирует распад нуклеиновых кислот; снижает возбуждение в нервных клетках; расслабляет гладкую мускулатуру; необходим для работы нервов и мышц. Магний также рассматривают как антистрессовый минерал, поскольку он значительно облегчает приступы мигрени, помогает борьбе с депрессией, дает бодрость и заряд энергии для активной деятельности, укрепляет сердечно-сосудистую систему, предупреждает отложение кальция в почках. Вместе с последним магний действует как естественный транквилизатор и предотвращает развитие остеопороза, поддерживает здоровыми зубы, лучший баланс калия, активизирует деятельность ферментов, в состав которых входят витамины группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и В<sub>6</sub>). Поэтому при его дефиците, наблюдаются клинические проявления, схожие с таковыми дефицита этих витаминов (судороги, аллергические проявления). При хроническом дефиците магния у человека

развивается ощущение истощенности и разбитости. Взаимодействие магния с кальцием, натрием, калием и хлором оказывает существенную роль в регуляции артериального давления. Во многих биохимических реакциях магний совместно взаимодействует с цинком [41].

Магний преимущественно действует на центральную нервную систему, он регулирует процессы торможения в коре головного мозга, работу сердца и сосудов, надпочечников, моче- и желчевыводящие системы, щитовидную и поджелудочную железы. Кроме этого, работа мышечной ткани и иммунной системы также зависят от содержания магния. При недостатке магния в организме увеличивается уровень свободного холестерина в плазме крови и повышается концентрация атерогенных липопротеинов. Магний играет большую роль в детоксикационных процессах печени, в функционировании фибробластов, ответственных за биосинтез компонентов соединительной ткани.

Соотношение поступления в организм человека кальция и магния должно быть 1 : 0,7, поскольку пища с высоким содержанием кальция снижает всасывание магния, а пища, содержащая небольшое количество магния, повышает всасывание кальция. Усвоению магния затрудняют щавелевая кислота, танин и фитины, являющиеся антагонистами магния в организме. Сильными антагонистами магния являются бериллий и марганец. Напротив, молоко и казеин оказывают благоприятный эффект на всасывание магния из кишечника [2].

Согласно современным данным около 80 % лиц, проживающих в развитых странах, не получают магний в достаточном количестве. Дефицит магния увеличивается с возрастом человека. Содержание магния недостаточно в рационе престарелых и малообеспеченных людей. Женщины, принимающие оральные гормональные противозачаточные средства, также нуждаются в дополнительном приеме магниевых солей. Злоупотребление алкоголем снижает способность к абсорбции магния. Биодоступность магния повышается в присутствии витамина А, кальция и фосфора.

Наибольшее содержание магния среди животных продуктов обнаруживается в морской рыбе, среди растений – в пшеничных отрубях, семенах подсолнуха, орехах. Особенно много магния в хлорофилле зеленых овощей. Следует иметь в виду, что

лица, проживающие в регионах с жесткой водой, получают магний в достаточных количествах.

Калий (K) – является антагонистом натрия, основной внутриклеточный химический элемент, абсолютно необходимый для функционирования любой живой клетки. Суточная потребность составляет от 3000 до 5000 мг. Калий, наряду с натрием, хлоридом и бикарбонатом, ответствен за кислотно-щелочное равновесие и осмотическое давление в организме. Поддерживает нормальное функционирование клеточных стенок, способствует здоровой коже, выведению из организма жидкости, поддержанию ясности ума, лучшему снабжению мозга кислородом, стимулирует почки к выведению метаболических шлаков, облегчает аллергические проявления, необходим для мышечных сокращений, участвует в проведении нервных импульсов. Калий также крайне важен для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы, регулирует ритм сердца, предотвращает риск инсультов и некоторые формы депрессии, усталость, нервозность.

При физических и эмоциональных нагрузках, как правило, отмечается дефицит калия. Значительные потери калия отмечаются при сахарном диабете, при диареях, при использовании для лечения гипертонии мочегонных препаратов. Любителям выпить спиртное и сладостям необходимо также помнить, что у них заметно снижается уровень внутриклеточного калия.

Среди животных продуктов калий в значительных количествах присутствует в молоке, мясе, рыбе, куриных грудках и филе, среди растительных – в авокадо, абрикосе, петрушке, бананах, томатном соке, цитрусовых и семена подсолнечника, миндальных и других орехах.

Натрий (Na) – составляет более 90 % всех катионов плазмы, суточная потребность – от 4000 до 6000 мг. Поддерживает осмотическое давление крови, участвует в водном обмене, многих биохимических реакциях. Необходим для генерации процессов возбуждения в нервных и мышечных клетках. Недостаток натрия приводит к головокружению, спазмам в брюшной полости, головным болям, понижению давления, дезориентации в пространстве. Непрерывное потребление избыточных количеств поваренной соли не только способствует появлению гипертонии, но и существенно осложняет протекание этого заболевания. Основной

источник – поваренная соль. Среди животных продуктов натрий в значительных количествах присутствует в молоке, яйцах, среди растительных – морковь, дыня, курага.

Фосфор (P) – связан с обменом кальция, играет роль в деятельности головного мозга, мышц, костей, входит в состав ряда ферментов, в структуры ДНК и РНК, кумулируется в макроэргических соединениях (АДФ и АТФ). Суточная потребность – от 1200 до 1600 мг. Пищевой фосфор способствует усилению клеточного звена иммунитета и снижению гуморального иммунного ответа. Органами-мишенями для фосфора являются центральная нервная система – (при дефиците развивается слабость, утомляемость), мышечная система (боли, слабость), печень (снижение функции), костная система (остеопороз). Без фосфора не усваивается никотиновая кислота. Усиленно расходуется при нервных заболеваниях и стрессах.

Наибольшее содержание фосфора среди животных продуктов приходится на рыбу и мясопродукты, среди растительных продуктов – на фасоль и горох. Оптимальное соотношение поступления кальция и фосфора 1 : 1,5.

Сера (S) – содержится во всех тканях. Наибольшее количество в коже, мышцах, волосах и суставах. Суточная потребность – 850 мкг. Входит в состав четырех аминокислот (цистеина, цистина, метионина, таурина), в состав некоторых витаминов группы В, инсулина и коллагена. Повышает устойчивость к радиации, токсинам, способствует восстановлению ДНК. Среди животных продуктов сера в значительных количествах присутствует в молоке, мясе.

Хлор (Cl) – входит в состав желудочного сока, вместе с калием и натрием поддерживает водный баланс, нормальные функции мышц и нервной системы. Суточная потребность – 5000 мг. При нехватке хлора возникает понос, ослабление мышечного тонуса, рвота. Всем, кто пьет хлорированную воду, необходимо употреблять кисломолочные продукты типа йогуртов, чтобы возместить гибель нормальной микрофлоры, а также витамин Е. Больше всего хлора присутствует в поваренной соли, морепродуктах.

### 3.7.3 Характеристика микроэлементов

Микроэлементы (микронутриенты) – важнейшие вещества, от которых зависит жизнедеятельность организмов. Не являются источником энергии, однако отвечают за жизненно важные химические реакции. Необходимы в очень малых количествах (суточная норма измеряется в милли- и микрограммах, меньше 200 мг). Если человеческий организм подвергнуть тщательному анализу, то становится понятно: мы состоим из разных видов химических соединений, 30 из которых – микроэлементы. Они отвечают за оптимальную работу человеческого тела, а их недостаток крайне негативно сказывается на здоровье взрослых и развитии детей (рисунок 3.22).

## МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

(микронутриенты) – важнейшие вещества, от которых зависит жизнедеятельность организмов



Не являются источником энергии, однако отвечают за жизненно важные химические реакции



Необходимы в очень малых количествах (меньше 200 мг)



В организме человека присутствует 30 микроэлементов



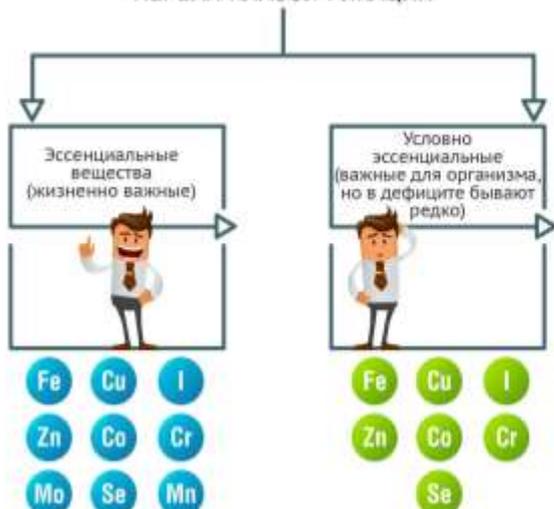
Недостаток крайне негативно сказывается на здоровье людей



Почти все биохимические процессы зависят от баланса микроэлементов

### МИКРОНУТРИЕНТЫ: КАКИЕ БЫВАЮТ

ПЕРВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ



ВТОРАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

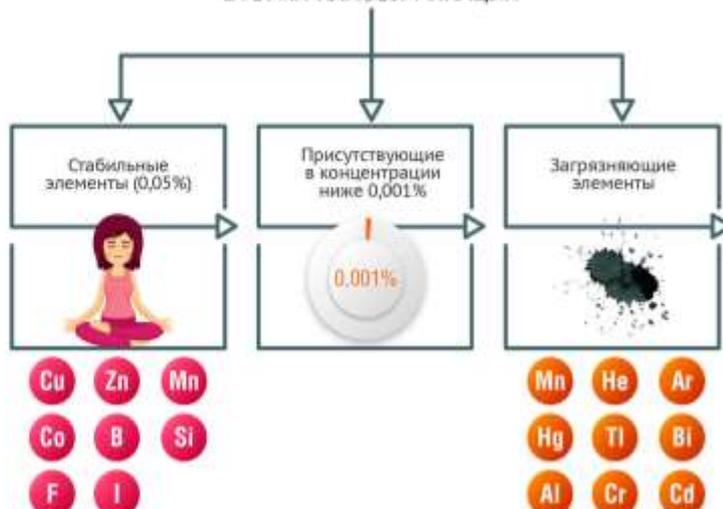


Рисунок 3.22 – Микроэлементы в жизни человека

Железо (Fe), его суточная потребность составляет от 1 до 2 мг, но поскольку лишь от 10 % до 20 % пищевого железа усваивается, его поступление с пищей в сутки должно быть на уровне от 10 до 30 мг. Железо может всасываться только в виде  $Fe^{2+}$ . В организме взрослого человека содержится 4 г железа, которое входит в состав многих ферментов – катализаторов окислительно-восстановительных процессов, железопорфириновых белков. Этот микроэлемент необходим для образования гемоглобина (эритроциты) и миоглобина (красный пигмент мышц).

Железо улучшает оксигенацию мышечных клеток, требуется для развития и функционирования иммунной системы, способствует росту, увеличивает сопротивляемость, предупреждает усталость, развитие ожирения, возвращает хороший тонус коже, придает последней здоровый цвет. В крови железо переносится в форме комплекса с плазменным белком трансферрином, а в тканях оно накапливается в виде ферритина.

Органами мишени для железа являются центральная нервная система – в случае дефицита железа развиваются головокружение, нарушение внимания, головные боли; мышечная система – снижение выносливости, слабость; иммунная система – частые простуды, иммунодефицит; кроветворение; сердце.

Железодефицитность является наиболее распространенным пищевым дефицитом в мире. У женщин наиболее часто отмечается комбинированная дефицитность железа и кальция. При приеме аспирина или индометацина требуется дополнительное поступление в организм этого микроэлемента. Любители кофе и чая также требуют повышенных поступлений этого химического элемента, поскольку тормозится его всасывание. Для правильного усвоения железа требуется обязательное присутствие в пище ионов меди. Если добавка содержит сульфат железа, то организм теряет витамин Е. В период беременности прием железа требует консультации с врачом, поскольку избыток этого элемента может повредить плоду. При недостаточном поступлении железа отмечается усиленная абсорбция кобальта.

Следует помнить, что дополнительный прием неорганического железа может иметь отрицательные последствия, поскольку избыток железа способствует развитию сердечнососудистых, аллергических заболеваний и новообразований,

ингибирует некоторые иммунные эффекторные функции. Избыток железа также негативно воздействует на нервную систему.

Наилучшим источником железа для человека является так называемое темное железо, присутствующее в красном мясе, курице, рыбе. Наибольшее содержание железа среди животных продуктов обнаруживается также в свиной печени, среди растительных – в бобах, грибах. Хорошим регулятором уровня железа в организме является его прием одновременно с клетчаткой, которая связывает избыток железа и не позволяет ему вызывать окислительные повреждения слизистой кишечника. Усвоению железа также способствует прием витамина А и С.

Йод (J) – основная физиологическая роль этого микроэлемента – участие в образовании гормонов щитовидной железы. Йод входит в состав ее гормонов. Суточная потребность – от 100 до 200 мкг. Тиреоидные гормоны оказывают влияние на синтез более 100 различных ферментов; регулируют число клеточных митохондрий, теплообразование; обмен холестерина, рост и развитие клеток, качество репродуктивного здоровья; нервно-мышечные функции; рост и регенерацию кожи, волос и зубов; преобразование энергии и скорость обмена веществ.

Йод участвует в водно-солевом обмене, влияя на концентрацию ионов натрия и калия. Оптимальное количество йода также необходимо для функционирования иммунной и центральной нервной системы. Присутствие в организме достаточного количества йода необходимо беременным женщинам, прежде всего в первые месяцы беременности, поскольку дефицит этого минерала может сказаться на физическом, умственном и неврологическом статусе ребенка после его рождения. Недостаток этого микроэлемента в питании в более поздние сроки жизни ребенка может отражаться на его интеллектуальном уровне и приводить к развитию эндемического зоба, кретинизма. Имеются указания, что рак молочной железы может быть следствием длительного дефицита йода и селена.

Симптомами йодной недостаточности является также подавленное настроение, раздражительность, сонливость, ухудшение памяти, частые головные боли, упорные запоры. Дефицит йода резко усиливает скорость развития атеросклероза, приводит к сердечной аритмии, повышению нижнего уровня

кровенного давления из-за отечности сосудистых стенок, которые не поддаются лечению диетой и лекарственными препаратами. Недостаток йода в организме часто сопровождается развитием вторичной иммунодефицитности, что клинически проявляется в увеличении частоты возникновения инфекционных и простудных заболеваний; у женщин при этом нередко отмечается мастопатия, бесплодие, нерегулярность месячных, снижение количества грудного молока и быстрое прекращение лактации у кормящих женщин.

Йод-дефицитность в той или иной степени обнаруживается у более трети всего населения земного шара. Эндемический зоб (увеличение щитовидной железы из-за недостатка поступления в организм йода) обнаружен у 600 миллионов человек, а выраженная умственная отсталость по этой же причине присутствует у 40 миллионов жителей нашей планеты. В России йодный дефицит отмечается практически на всей территории, в том числе и Оренбургской области. Недостаток йода в той или иной степени испытывают до 70 % россиян.

Известно наследственно обусловленное аутоиммунное поражение щитовидной железы, называемое базедовой болезнью, или диффузным токсическим зобом. Это достаточно распространенное заболевание, которое в 10 раз чаще встречается у женщин по сравнению с мужчинами. Полагают, что у больных с токсическим зобом имеет место повышенный выброс тироксина и трийодтиронина, сопровождающийся нарушением белкового и жирового обмена, резким похуданием, развитием мышечной слабости, повышением температуры тела, поражением сердца, печени, пучеглазием, нервно-психическими расстройствами.

Суточное потребление йода зависит от пола, возраста, физиологического состояния и экологических условий проживания. Поступление йода в организм происходит не только с пищей и водой, но и через легкие, что следует учитывать при разработке йодсодержащего рациона для жителей прибрежных морских районов [5].

Постоянное использование в рационе йодсодержащих продуктов (морская рыба, морская капуста, молоко, яйца, овощи и определенные фрукты) позволяет обеспечить организм человека достаточным количеством йода и снимает необходимость дополнительного употребления йодсодержащих пищевых добавок.

Среди наземных растений наибольшим содержанием водорастворимых соединений йода характеризуются плоды вечнозеленого кустарника из семейства миртовых – фейхоа, в 1 кг которых содержится до 5 мг йода. Повышенное содержание йода обнаруживается также в хурме, мясистых грибах, овощах, мхах, лишайниках.

Йодированная соль, внедренная во многих странах еще в 30-х годах прошлого века, хотя и позволяет ликвидировать опасность риска возникновения у людей дефицита этого химического элемента, но не является абсолютно эффективным средством. Это связано, прежде всего, с тем, что йод в этом пищевом продукте является неорганическим, и поэтому его биовалентность более низкая, чем органического йода, присутствующего в морепродуктах. Кроме того, активная пропаганда ограничения приема неорганического натрия приводит к тому, что одновременно уменьшается и употребление йода, входящего в йодированную поваренную соль.

Следует иметь в виду, что фтор, бром и хлор способны вытеснять из организма человека столь необходимый ему йод. Широкое использование для питьевых целей хлорированной воды способствует поэтому обеднению организма йодом. Избыточное поступление в организм человека фтора (например, использование фторсодержащих паст, в особенности для детского населения) приводит к тому, что содержание йода в организме может уменьшаться в 8 раз. Схожий эффект, хотя и в меньшей степени, оказывает применение человеком бромсодержащих успокоительных лекарственных средств. На процессы усвоения йода неблагоприятное действие оказывает также использование в пищу таких продуктов, как капуста, хрен, салат, соя, рапс и некоторых других, содержащих соединения (тиоцианаты, изоцианаты), способные блокировать транспорт йода в клетки щитовидной железы. Для оптимального усвоения йода необходимо достаточное поступление белка, железа, цинка, меди, витаминов А и Е.

Цинк (Zn) – необходим для нормального функционирования практически всех клеток человека. Его суточная потребность – от 12 до 50 мг. Он обнаружен в составе более 80 ферментов, в больших количествах содержится в предстательной железе, сперматозоидах, тканях глаза и т.д. Необходим для синтеза гормонов (инсулина, кортикотропина, соматотропина, гонадотропинов), метаболизма витамина А,

ненасыщенных жирных кислот, синтеза белка. Участвует в регуляции углеводного и жирового обменов, в процессах, связанных с сократимостью мышц, всасыванием и метаболизмом фосфора, развитием репродуктивных органов, обонянием и вкусом, стабилизирует ДНК, РНК, клеточные мембраны.

Основными органами и тканями, на которые воздействует цинк являются:

- кожа – при дефиците цинка могут развиваться дерматиты, экзема, фурункулез, угри, трофические язвы;
- волосы, ногти – выпадение волос, медленный рост, белые пятна на ногтях;
- слизистые – язвы, эрозии, стоматиты;
- центральная нервная система – снижение аппетита, памяти, задержка развития у детей;
- иммунная система – атрофия тимуса, Т- и В-клеточный иммунодефицит, частые простуды;
- поджелудочная железа – нарушение образования инсулина;
- печень;
- простата – снижение потенции, задержка полового развития у мальчиков, недостаток образования спермы и потеря оплодотворительной способности сперматозоидами, бесплодие, снижение синтеза тестостерона, аденома простаты;
- сердечно-сосудистая система – поддержание нормального кровяного давления, сердечного ритма.

Кроме того, цинк входит в состав ферментов, участвующих в метаболизме нуклеиновых кислот, обеспечивающих реализацию действия витаминов А и фолиевой кислоты. Цинк необходим для развития нормального иммунитета, ускоряет заживление ран, устраняет потерю вкуса, помогает избежать проблемы с предстательной железой, способствует росту и умственной активности, обеспечивает синтез кератина и коллагена.

К сожалению, по данным многих исследователей, отмечается все более выраженная недостаточность этого элемента у населения. Это связано с истощением почв по данному минералу, его потерей при различных стрессах, а также воздействия различных ксенобиотиков. Даже употребление пищи, богатой кальцием, способствует развитию дефицита цинка. Цинк теряется при обильном

потоотделении (до 3 мг). При приеме больших доз витамина В<sub>6</sub> организму требуется большее поступление цинка. Для противодействия старению рекомендовано комбинированное употребление продуктов, содержащих цинк и марганец. Следует помнить, что при употреблении добавок с цинком требуется также увеличить прием витамина А. Поскольку прием дополнительных количеств цинка конкурентно подавляет усвоение меди, железа и марганца, следует обеспечивать организм в этих условиях повышенным количеством этих микроэлементов.

Наибольшее содержание цинка обнаруживается в устрицах, внутренностях животных, яйцах, молоке. В меньших количествах он присутствует в грибах, шпинате, семенах подсолнуха, пшеничных зародышах, тыквенных семечках, пивных дрожжах, недробленых крупах.

Медь (Cu) – входит в состав многих ферментов, суточная потребность – от 1 до 2 мг. Необходима для нормальных мышечных сокращений, обладает противовоспалительными свойствами, препятствует образованию свободных радикалов, оказывает воздействие на железы внутренней секреции (гипофиз, щитовидная железа, яичники), проявляет инсулиноподобное действие, способствуя повышению активности инсулина и более полной утилизации углеводов, стимулирует эритропоэз, участвует в синтезе коллагена и эластина. Ионы меди совместно с ионами цинка участвуют в регуляции обмена насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Медь способствует нормальному функционированию сердца, контролирует уровни холестерина, мочевой кислоты, укрепляет кости и соединительно-тканый каркас стенок сосудов.

При дефиците органами мишенями для меди являются:

- кожа – при дефиците этого элемента развивается гиперпигментация;
- центральная нервная система – повышенная возбудимость, судороги, медь ослабляет болевые ощущения;
- иммунная система – риск новообразований легких, грудных желез;
- желудочно-кишечный тракт – хронические колиты;
- печень, почки – циррозы, холециститы, камни, пиелонефриты;
- соединительная ткань – артриты, артрозы, подагра, тромбофлебиты;
- эндокринная система;

- кости (остеопороз).

Имеются указания, что дефицит так же, как и избыток меди, вносит существенный вклад в риск развития сердечно-сосудистой патологии, в особенности на фоне низких уровней цинка и селена. При высоком содержании меди отмечается депрессия и тревога, снижается уровень цинка.

Наилучшим источником меди среди животных продуктов является печень, другие субпродукты, продукты морского происхождения, среди растительных – орехи, семена, бобовые, огурцы, какао, дрожжи. Любые продукты, содержащие повышенные количества железа, снижают усвоение меди.

Марганец (Mn) – входит в состав многих ферментов, регулирующих углеводный и жировой обмена и проявляющих антиоксидантную защиту. Суточная потребность – от 2 до 9 мг. Участвует в метаболизме аминокислот, витаминов В<sub>1</sub> и Е, продукции энергии и половых гормонов, стимулирует образование антител, усиливает действие инсулина. Марганец помогает устранить бессилие, улучшает мышечные рефлекс, улучшает память, снимает раздражительность.

Особое значение марганец имеет в реализации функции опорно-двигательного аппарата, центральной нервной системы и половых желез, является антиоксидантом. Марганец предотвращает негативное воздействие избытка железа на организм, способствует снижению уровней холестерина и триглицеридов.

При недостатке марганца более сильные повреждения получают следующие органы и ткани:

- кожа, волосы, ногти – нарушение пигментации, задержка роста волос и ногтей;
- иммунная система – риск астмы, повышенный риск новообразований;
- соединительная ткань – артрозы;
- репродуктивная функция – у женщин ранний климакс, дисфункции яичников, бесплодие;
- центральная нервная система – судороги, задержка развития у детей, повышенная утомляемость;
- костная ткань – остеопороз, двигательные расстройства;
- поджелудочная железа – ожирение, риск диабета.

При лечении диабета рекомендуют травы, содержащие марганец, поскольку у подавляющего большинства больных с этой патологией количество марганца в сыворотке крови вдвое ниже, чем у здоровых. Любителям молока и мяса нужно больше марганца. У женщин при недостатке марганца возникает риск неправильного формирования плода, дефектов развития нервной трубки. Для профилактики и лечения заболеваний костей марганец не менее важен, чем кальций. В сочетании с последним марганец способствует предотвращению развития предменструального синдрома.

Наибольшее содержание марганца среди животных продуктов – печень, почки; среди растительных – пшеничная мука, хлеб и крупы. Усвоение марганца увеличивается при одновременном приеме добавок цинка и витамина С, а также соевого белка.

### **3.7.4 Характеристика ультрамикроэлементов**

Кобальт (Co) – суточная потребность – от 8 до 78 мг. Входит в состав витамина В<sub>12</sub> и различных ферментов, участвует в обмене углеводов и жирных кислот, в реализации функции фолиевой кислоты. При недостатке кобальта страдает

- кроветворная система – анемии, связанные с недостатком витамина В<sub>12</sub>;
- кожа – гиперпигментация кожи;
- печень – нарушение жирового обмена;
- костная ткань – остеодистрофия;
- центральная нервная система – снижение памяти, заторможенность, маразм.

Наибольшее содержание кобальта среди животных продуктов – печень говяжья, молоко, желтки яиц, среди растительных – капуста, чеснок, свекла, бобовые.

Хром (Cr) – суточная потребность – от 100 до 200 мкг. Биологически активен только трехвалентный хром. Основные эффекты этого минерала на организм человека определяются его влиянием на углеводный обмен и образование инсулина.

Хром нормализует функции щитовидной железы, деятельность иммунной системы, способствует рассасыванию атеросклеротических бляшек, предохраняет белки миокарда от разрушений. Поступление хрома с пищей в оптимальных количествах у практически здоровых людей способствует поддержанию необходимого уровня сахара в крови, профилактике атеросклероза, ожирения, инсульта, гипертонии, хронических воспалительных заболеваний толстой кишки, включая болезнь Крона, уменьшает клинические проявления предменструального синдрома, мигрени, способствует увеличению костно-мышечной массы тела. Имеются указания, что прием с пищей достаточных количеств хрома замедляет старение организма, поддерживает эластичность кровяных сосудов. В сыворотке крови лиц африканского и азиатского происхождения обнаруживается почти в 2 – 5 раз больше хрома, чем у представителей белой расы. С этим связывают более низкие величины распространения на Востоке дегенеративных заболеваний по сравнению с жителями западных стран.

Наибольшее содержание хрома среди животных продуктов обнаружено в устрицах, говяжьей печени, среди растительных – картофель в мундире, цельные крупы, грибы, ячмень. Однако содержание хрома в этих продуктах существенно зависит от содержания этого элемента в воде и почвах региона. Много хрома в пивных дрожжах.

Молибден (Mo) – суточная потребность – 150 мкг. Физиологическая роль этого элемента для человека связана с ферментами. Способствует образованию гемоглобина, задерживанию в организме фтора, препятствует развитию кариеса, а также метаболизму железа в печени, облегчает разнообразные боли, включая связанные с заболеваниями суставов. С дефицитом молибдена связывают развитие импотенции у мужчин старше 60 лет, повышение риска развития рака, заболеваний десен. Обмен молибдена в значительной степени связан с деятельностью кишечной микрофлоры, в клетки которой он легко включается. Наибольшее содержание молибдена среди животных продуктов – мясо, среди растительных – горох, фасоль, зеленые листья овощей, зерна злаковых.

Никель (Ni) – суточная потребность около 100 мг. Обнаруживается во всех тканях человека. Принимает участие в организации и функционировании

нуклеиновых кислот и белка, в регуляции синтеза гормона пролактина, различных ферментов. Наибольшее содержание никеля находится в животных продуктах – мясе, печени, куриных яйцах; среди растительных – в овощах и крупах.

Ванадий (V) – суточная потребность – от 20 до 30 мкг. Ванадий незаменим для некоторых грибов, бактерий, водорослей, в которых он активизирует процессы фотосинтеза. В животном организме соли ванадия являются активными катализаторами окисления адреналина. Согласно последним научным данным ванадий является исключительно важным питательным микроэлементом для лиц, страдающих нарушениями инсулинового обмена. Полагают, что прием ванадия в сочетании с хромом, цинком, марганцем, магнием, биотином, никотиновой кислотой с одновременным уменьшением употребления углеводной пищи может существенно снизить потребность в лекарственных препаратах при сахарном диабете второго типа.

Помимо обмена углеводов ванадий участвует в обмене жиров, сдерживает образование холестерина, снижает содержание липидов в крови, препятствует развитию кариеса, способствует минерализации зубов и их сохранению. Повышенное содержание ванадия может привести к развитию психических заболеваний, депрессии, вызывать нарушения функции почек. [9].

Наибольшее содержание ванадия обнаруживается в различной зеленой приправе – укроп, петрушка, салат, лук латук, а также в картофеле, землянике, огурцах. Отмечено, что ванадий часто присутствует в тех продуктах питания, которые содержат марганец и калий. В консервированных продуктах ванадия больше, чем в свежих.

Селен (Se) – суточная потребность – от 55 до 200 мкг. Обладает выраженным антиоксидантным действием, стимулирует образование антител, участвует в выработке эритроцитов, способствует поддержанию и продлению репродуктивной функции и сексуальной активности, обладает канцеростатическим эффектом, активизирует функции щитовидной железы, замедляет процессы старения. Активность селена повышается в присутствии витамина E.

При недостатке селена нарушается работа следующих органов:

- кожа, ногти – при дефиците этого минерала развиваются дерматиты, экзема, воспалительные заболевания, дистрофия;
- волосы – выпадение волос, медленный рост;
- иммунная система – частые простуды, повышенный риск новообразований;
- печень;
- сердечно-сосудистая система – снижение детоксикационной функции, синтеза белков, риск инфаркта миокарда;
- соединительная ткань – артриты, ревматоидные заболевания;
- глаза – глаукома, катаракта;
- репродуктивная функция – бесплодие, снижение подвижности сперматозоидов.

Наряду с фолиевой кислотой и цинком, селен предотвращает рождение детей с дефектами позвоночника, снижает вероятность преждевременных родов. Благодаря антиоксидантной активности, селен проявляет детоксицирующее действие при попадании в организм значительных количеств солей тяжелых металлов (метилртути, соли кадмия, серебра, висмута, платины, таллия). В последние годы обсуждается роль селена в качестве фактора, предотвращающего развитие ряда вирусных заболеваний, включая ВИЧ-инфекции. Полагают, что при дефиците селена усиливается опасность возникновения не только известных вирусных инфекций, но и возникновение новых модификаций вирулентных вирусов.

Многочисленными исследованиями установлено сниженное содержание селена в сыворотке крови жителей экологически неблагополучных регионов, в том числе крупных городов, у лиц старческого возраста, при беременности, у детей из бедных семей, у курильщиков. По данным Института Питания РАМН, более 80 % населения России обеспечивается селеном ниже нормы, что связано с низким содержанием в рационе белков и жиров, болезнями печени, влиянием токсических металлов, радиацией, дисбактериозом кишечника, алкоголизмом, низким содержанием селена в воде и продуктах питания [17].

В обычных условиях селен поступает в организм человека в виде органического селена в составе животных или растительных продуктов. Для

предотвращения развития селенодефицитности желательно обеспечивать от 25 % до 50 % суточной потребности в этом микроэлементе за счет употребления пищевых добавок, содержащих натуральный биоорганический селен.

Наибольшее содержание селена обнаруживается в животных продуктах (свиное сало, рыба, яйца), среди растительных продуктов источниками селена могут быть зерновые, особенно пшеница, кокос, орехи, фисташки. При употреблении пищи с низким содержанием белка возникает большая вероятность развития селенодефицитности. Повышенная потребность в селене возникает при использовании рыбьего жира и таких полиненасыщенных растительных масел, как льняное, кукурузное.

Фтор (F) – суточная потребность – от 1,5 до 4,0 мг. В естественных условиях фтор является малодоступным для усвоения растениями и животными химическим элементом. Лишь после трансформации в органическое соединение микроорганизмами фтор становится биоусвояемым. Сущность физиологического действия фтора на организм связана с образованием комплексных соединений с магнием, кальцием, нуклеотидами и другими активаторами ферментных систем. Основная функция фтора заключается во взаимодействии с костной тканью. Необходим для полноценного формирования зубной эмали [24].

Основным источником фтора является фторированная вода, рыба, ячмень, салат, шпинат, свекла, яблоки, чай. Концентрация фтора в природной воде заметно колеблется в зависимости от региона.

Кремний (Si) – суточная потребность – от 20 до 40 мг. Принимает участие в реакциях, обеспечивающих синтез коллагена – белка соединительной ткани, плотность структуры волокнистых тканей, придает упругость последним. Особое значение кремний имеет для формирования структуры кожи, волос, ногтей, костей. Снимает или уменьшает негативное влияние на организм ионов алюминия, предотвращает развитие остеопороза, оказывает стимулирующее влияние на иммунитет, замедляет процессы старения в тканях. В формировании костной ткани кремний взаимодействует с магнием и фтором. Дефицит кремния способствует развитию гипертонии, ишемической болезни сердца.

Наибольшее содержание кремния обнаруживается в экстракте хвоща, в яблоках, злаках, цельных крупах, бобовых, корнеплодах, субпродуктах. На уровень кремния в растительных и животных продуктах существенное влияние оказывает содержание этого минерала в почвах и воде соответствующих регионов.

Германий (Ge) – суточная потребность – 1,5 мг. Соединения германия увеличивают снабжение тканей кислородом, активируют иммунную систему, оказывают детоксикационное действие. Имеются указания на противоопухолевое действие этого элемента, как результат увеличения в присутствии этого элемента поступления кислорода в пораженные ткани. Германийорганические соединения применяются в качестве лечебных и профилактических средств при ревматоидных состояниях, при простудных заболеваниях и гриппе, остеопорозе, для нормализации деятельности сердечно-сосудистой системы, нормализуют артериальное и глазное давления, эффективны в качестве радиопротектора, антагониста солей тяжелых металлов, общеукрепляющего средства, способствуют выработке иммунитета при вирусных инфекциях, уменьшают вероятность возникновения депрессии, препятствуют старению кожи. Антиоксидантные свойства органических соединений германия, как полагают, выше, чем у витамина С, витамина Е и коэнзима Q.

Значительные количества германия содержатся во многих лекарственных растениях, например в корнях таежного женьшеня, томатах, бобах, сельдерее, капусте, грибах, чесноке, луке, алоэ.

Бор (В) – суточная потребность – от 1,7 до 3 мг. Усиливает микробиологический синтез витамина В<sub>12</sub>, никотиновой кислоты, биотина, пантотеновой кислоты и рибофлавина. Бор у животных и человека регулирует активность гормонов паращитовидной железы и через них обмен кальция, магния, фосфора, витамина D. Бор способствует удержанию кальция в организме, сохранению ясности ума, облегчает протекание менопаузы, повышает содержание в крови эстрогена и тестостерона, снижает уровень оксалатов в моче, способствуя профилактике камнеобразования. Бор помогает предотвратить ослабление структуры костной ткани у женщин в период менопаузы. Бор совместно с кальцием, магнием и витамином D предотвращают развитие остеопороза. Наибольшее содержание бора обнаруживается в яблоках, персиках, винограде, бобовых, орехах,

семенах, пиве и вине. Среди продуктов животного происхождения наибольшее количество бора присутствует в печени, курином яйце [35].

### **3.7.5 Приемы устранения макро- и микроэлементозов**

До настоящего времени для удовлетворения потребностей человека в соответствующем макро- или микроэlemente в подавляющем большинстве используют либо традиционные растительные и животные продукты, максимально накапливающие в себе соответствующие минералы, либо дополнительно употребляют биологически активные пищевые добавки и продукты функционального питания, содержащие макро- и микроэлементы в виде различных неорганических солей.

С целью повышения биодоступности таких добавок в последние годы усиленно разрабатываются приемы, позволяющие переводить неорганические минеральные соединения в органические соединения. Для этого те или иные виды микроорганизмов (например, дрожжи) или водорослей (например, хлореллу или спорулину) выращивают на средах, содержащих неорганические минеральные соли, которые усваиваются, аккумулируются в них в значительных концентрациях, становясь частью тех или иных клеточных органелл этих живых микроскопических организмов.

После этого обогащенные соответствующими анионами или катионами микроорганизмы используются в качестве функциональной добавки. Примером подобных минеральных функциональных ингредиентов, реализуемых в России в качестве биологически активной добавки, являются селеновые дрожжи или их автолизаты. Для обогащения биологически активных добавок к пище или продуктов питания атомовитами можно использовать различные органические соли соответствующих минералов (например, аспарагинаты магния, цинка и т.д.) или молочной кислоты (например, лактат магния, лактат железа и т.д.). Основным критерием предпочтения той или иной органической соли соответствующего минерала является ее растворимость, стабильность, вкус, содержание

соответствующего минерала, полезность, усвояемость и биологическая функциональность. Немаловажное значение при изготовлении органических солей тех или иных минералов имеет экономическая целесообразность.

### 3.8 Полиненасыщенные жирные кислоты как компоненты продуктов функционального питания

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – это очень важный незаменимый источник питания. Они участвуют в строении клеток, входят в состав жиров, нервной ткани и головного мозга, основная функция – энергетическая (рисунок 3.23).

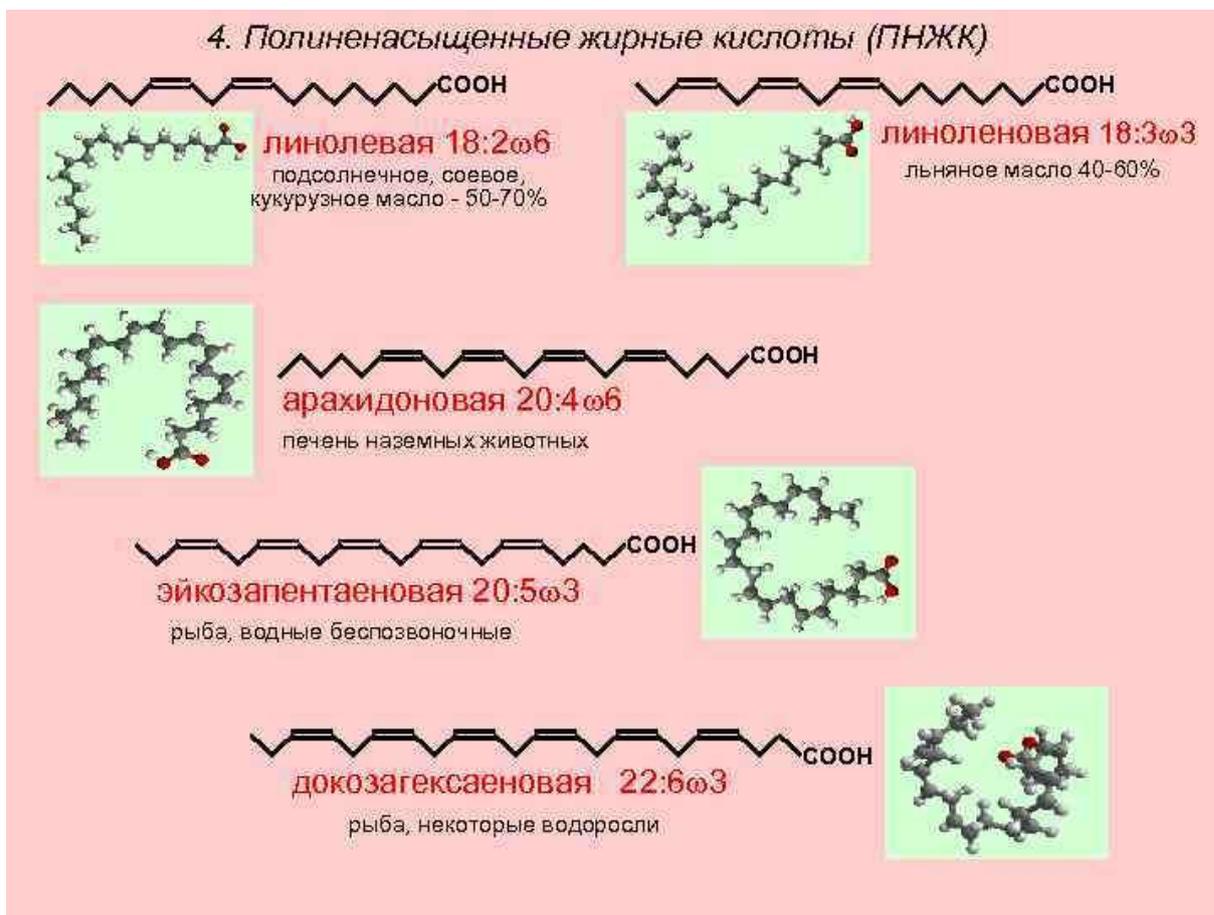


Рисунок 3.23 – Полиненасыщенные жирные кислоты

Жиры в организме человека могут синтезироваться из продуктов расщепления углеводов и в небольшой степени из продуктов расщепления белков. Особое

физиологическое значение имеют ПНЖК. Они входят в состав клеточных мембран, структурных элементов клетки. Линолевая, линоленовая не синтезируются в организме человека, а арахидоновая кислота может образоваться из линолевой в присутствии витаминов В<sub>6</sub> и биотина [17].

Потребность в ПНЖК у взрослого человека составляет от 1 % от суточной энергетической ценности рациона, а у детей – 2 %. При полном отсутствии ПНЖК наблюдается прекращение роста, некротическое поражение кожи, изменения проницаемости капилляров и многие другие нарушения.

Сбалансированным считается следующий жирнокислый состав: ПНЖК – 1 %, моновенасыщенные – 60 %, насыщенные – 30 %. Суточная потребность в линолевой кислоте составляет от 4 до 10 г. Рекомендуемое содержание жиров в рационе человека должно составлять от 90 до 100 г/сут, причем доля растительных масел должно составлять 1/3 от общего количества жира, ПНЖК – от 5 до 6 г.

По биохимической классификации линолевая кислота и продукты ее превращения объединяются в семейство омега-6 и омега-3.

На основании современных представлений о физиологической роли ПНЖК возникло самостоятельное направление современной диетологии. Оно утверждает, что омега-6 и омега-3 жирные кислоты должны обязательно входить в рацион, причем за счет линоленовой кислоты должно обеспечиваться от 0,2 % до 0,8 % энергоценности, а линолевой – от 4 % до 8 %. В таком соотношении эти кислоты находятся в соевом масле.

Одной из составляющих жирных кислот является холестерин. Существуют два основных направления в функции холестерина: полезная и отрицательная. Полезная проявляется в том, что холестерин является структурным компонентом всех клеток, участвует в обмене желчных кислот, гормонов. Холестерин обеспечивает необходимую эластичность, прочность, проницаемость клеточных мембран. Отрицательная – является причиной атеросклероза – тяжелого заболевания аорты, которая приводит к таким страшным заболеваниям как инфаркт, инсульт.

Органы и ткани организма взрослого человека содержат примерно 200 г холестерина, 20 % из которого поступает с пищей. Остальная часть синтезируется из

белков и жиров (в печени – 70 %). Концентрация холестерина в крови возрастает, когда организм оказывается в неблагоприятных условиях, т.е. на долю холестерина в данном случае выпадает определенная защитная функция. Это необходимо при многих заболеваниях, стрессовых ситуациях, когда возрастает потребность организма в срочном восстановлении клеточных мембран.

Если надолго снижается концентрация холестерина в крови, то начинается разрушение эритроцитов, что приводит к малокровию. Выведению избыточного холестерина из кишечника способствуют пищевые волокна [5].

Наибольшее содержание холестерина – в желтке яйца, 2 г/%; сливочном масле – 0,19 г/%, жирном мясе, рыбе жирных сортов. При избыточном поступлении жиров развиваются такие заболевания как атеросклероз, ожирение, инфаркт, инсульт, поражения печени.

Для обогащения пищевых продуктов ПНЖК необходимо вносить их в комплексе с различными витаминами, минеральными веществами, органическими кислотами. Поскольку ПНЖК легко разрушаются под действием света, кислорода воздуха, механического, химического воздействия, поэтому внесение в продукты питания витамина  $\beta$ -каротина, Е, С стабилизируют ПНЖК. Сохраняет их количество введение лимонной кислоты, упаковывание в герметичную тару, вакуумирование или внесение инертных газов. Кроме того жирные кислоты очень легко окисляются, в результате чего образуются вредные перекиси и холестерин. Поэтому существует специальный антиоксидант, который так же вносят в продукты питания для сдерживания перекисного окисления жирных кислот. Это может быть комплекс препаратов поливитаминов, отдельные витамины: Р, С, РР, Е, пищевые волокна и полифенолы. Эти вещества можно употреблять в пищу отдельно от продуктов для того, чтобы ограничить перекисное окисление. Жиры используются организмом как источник энергии, а также в построении клеток. Вместе с жирами организм получает ряд физиологически важных веществ: фосфатиды, незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, стерины. Научно обоснованная норма потребления жиров для взрослого человека составляет 34,7 кг в год.

Различные факторы внешней и внутренней среды способны нарушать функционирование антиоксидантной системы гомеостаза и приводить к

возникновению окислительного стресса в организме человека. Это нередко сопровождается развитием многих заболеваний и патологических синдромов. Например, у детей, в особенности раннего возраста при недостаточном поступлении с пищей природных антиоксидантов (витаминов Д, Е, С, β-каротина, микроэлементов цинка, меди, селена, серосодержащих аминокислот и других веществ нередко, возникают нарушения в физиологических и метаболических системах, что может проявляться в виде таких заболеваний, как бронхолегочная дисплазия, ретинопатия, некротический энтероколит, диабет, артриты и т.д.

Для коррекции различных патологических состояниях и стрессов необходимо вовремя восполнить возникающий дефект антиоксидантов, что можно достигнуть дополнительным их введением в виде тех или иных биологически активных пищевых добавок или продуктов функционального питания.

С учетом этого разработаны и внедрены в практику разнообразные биологически активные добавки, содержащие антиоксиданты разных классов и их комплексы. В частности, витамины, обладающие антиоксидантной активностью (Е, никотинамид, D<sub>3</sub>).

Второй по значимости среди водорастворимых антиоксидантных систем является система аскорбиновой кислоты, играющей наиболее важную роль в антиоксидантной защите структур головного мозга. Назначение взрослым здоровым лицам аскорбиновой кислоты и α-токоферола снижает содержание в толстой кишке фекальных мутагенов.

Лицам, питающимся исключительно растительной пищей (вегетарианцы), для восполнения своих потребностей в омега-3 жирных кислотах, следует больше употреблять соевое, каноловое (разновидность рапсового), льняное масло, льняное семя. Восемнадцать половинок орехов-пекан восполняют потребность человека в таких ненасыщенных жирных кислотах, как линолевая, линоленовая и арахидоновая. Дневная потребность в этих же жирных кислотах удовлетворяется употреблением 12 чайных ложек семечек подсолнуха

Многие заболевания человека связаны с недостаточным поступлением в организм определенных жиров. Включение в рацион продуктов, содержащих незаменимые жиры, позволяет справиться с этим одним из самых распространенных

дефицитом питания современного человека. Еще в начале 70-х годов прошлого века было отмечено, что частота сердечно-сосудистых и некоторых других заболеваний у коренного населения ряда прибрежных стран значительно ниже по сравнению с населением в континентальной части суши. Эти различия, в первую очередь, стали связывать с количеством рыбных и других морепродуктов, употребляемых в пищу, и наличием в них определенных жирных кислот [12].

Жирные кислоты выполняют в организме три ключевые биологические функции: обеспечивают организм энергией, участвуют в образовании клеточных мембран, являются предшественниками специальных соединений – химических мессенджеров, влияющих на рост, деление клеток, кровяное давление, свертывание крови, иммунные, воспалительные и другие реакции и процессы.

В настоящее время выделяют три крупных семейства полиненасыщенных жирных кислот (омега-3, омега-6 и омега-9). Баланс омега-6/омега-3 исключительно важен для жизни и здоровья. Каждое семейство омега кислот выполняет определенную функцию в организме человека. Представители обеих семейств жирных кислот соревнуются между собой за ферментные системы, преобразующие их в метаболически активные вещества, которые даже при очень низких концентрациях незаменимы для многих функций организма человека. Согласно современным данным, соотношение полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-6 : омега-3 в рационе здорового человека должно быть порядка 5-10 : 1. Жиры омега-9 не считаются незаменимыми. Содержание омега кислот в некоторых видах пищевых жиров представлено в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Соотношение полиненасыщенных жирных кислот в пищевых маслах

Источник	Содержание, %		
	Омега-3	Омега-6	Омега-9
Сафлоровое масло	следы	75	15
Кукурузное масло	следы	70	25
Оливковое масло	следы	10	71
Подсолнечное масло	2	60	25
Соевое масло	7	54	24
Рыбий жир	37	1	13

Главными ненасыщенными жирными кислотами семейства омега-3, входящими в мембрану клеток человека, являются альфа-линоленовая, семейства омега-6 линолевая, арахидоновая и гамма-линоленовая, семейства омега-9 олеиновая кислота. Перечисленные жирные кислоты высвобождаются из фосфолипидов.

Арахидоновая кислота – ответственна за многие эффекты при остром воспалении и внутриклеточную сигнализацию, предотвращает увеличение внутриклеточного кальция и выполняет многие другие функции.

Благодаря вышеперечисленным функциям, полиненасыщенные жирные кислоты нормализуют рост и вес недоношенных детей, регулируют содержание в плазме триглицеридов, эффективны при сердечно-сосудистых заболеваниях, ингибируют отторжение трансплантируемых органов и тканей, повышают устойчивость к инфекционным заболеваниям, уменьшают частоту возникновения послеоперационных инфекций и длительность госпитализации, предотвращают развитие или ослабляют клинические проявления аутоиммунных заболеваний, стимулируют репродуктивную функцию организма, улучшают состояние больных с заболеваниями почек, хроническими воспалительными процессами в кишечнике, ревматоидным артритом и т.д.

Омега-3 жирные кислот менее активно оказывают свои биологические эффекты, чем омега-6 жирные кислоты. Поэтому чрезвычайно важно контролировать: не только какое количество жиров употребляет человек с современной пищей, но и каков процент омега-6 и насыщенных жиров среди прочих жирных кислот [7].

При свертывании крови насыщенные жирные кислоты сорбируются на определенных липопротеинах и оседают на внутренней поверхности кровеносных сосудов. Следствием этого процесса является образование комплексов тромбоцитов и сокращение скорости протока крови или даже его полная остановка (тромбоз). Жирные кислоты семейства омега-3 помогают сдерживать слипание тромбоцитов, они снижают кровяное давление, защищают артерии от появления и нарастания атеросклеротических бляшек. Недостаток в организме этой группы ненасыщенных

жирных кислот может вначале проявляться в сухости кожи и волос, перхоти, диарее, камнях в желчном пузыре, варикозном расширении вен.

Указанные выше ненасыщенные жирные кислоты, входя в состав мембран клеток человека, влияют на их стабильность, текучесть, формирование рецепторов, связывание их с различными лигандами, активацию сигнальных путей напрямую или через образование эйкозаноидов, экспрессию генов и клеточную дифференциацию. Употребление с пищей омега-3 жирных кислот уменьшает вязкость крови, проявления сердечной аритмии и гипертонии, понижает содержание липидов низкой плотности и триглицеридов, улучшает состояние при ревматоидных артритах, при хронических болезнях кишечника, помогает при мигренях. Суточная потребность взрослого человека в полиненасыщенных жирных кислотах составляет от 5 до 6 г [9].

Назначение рыбьего жира, содержащего значительные количества омега-3 жирных кислот, заметно снижало частоту возникновения инфарктов. Основываясь на благоприятном эффекте рыбьего жира и входящих в него ненасыщенных омега-3 жирных кислот на здоровье человека, медицина рассматривает как важный компонент лечебного питания при сердечно-сосудистых заболеваниях. В последние годы опубликовано более 1000 статей, подтверждающих эффективность омега-жирных кислот при сердечно-сосудистых заболеваниях из-за их способности снижать содержание холестерина и триглицеридов в крови.

Кроме того омега-3 жирные кислоты предотвращают отторжение при пересадках органов и тканей, снижают клинические проявления при ревматоидных артритах, мигрени, при хронических заболеваниях кишечника и других аутоиммунных и воспалительных заболеваниях, укрепляют иммунную систему, снижают частоту возникновения и тяжесть вирусных и бактериальных инфекций, нормализуют вес и рост недоношенных детей.

Многообразные позитивные эффекты, обнаруживаемые в организме человека при назначении омега-3 жирных кислот, позволяют рассматривать их, как одну из общепризнанных пищевых функциональных субстанций. Для поддержания хорошего здоровья рекомендуется, по крайней мере, два-три раза в неделю употреблять жирную рыбу (от 30 до 60 г), богатую жирными кислотами.

Лучшими источниками жиров омега-3 являются рыба и рыбий жир, льняное масло, соевое масло, масло грецких орехов, дичь, яйца, куры, которых кормят льняным семенем (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Содержание омега-3 жирных кислот в некоторых видах рыб

Вид рыбы	Содержание омега-3 жирных кислот, г/100г
Норвежские сардины	5,1
Лосось	3,0
Атлантическая скумбрия	2,2
Горбуша	1,9
Атлантическая сельдь	1,1
Форель	1,1
Морской окунь	0,5
Тихоокеанский палтус	0,5

В льняном масле в значительных количествах находится такой представитель омега-3 жирных кислот, как альфа-линоленовая кислота. В очищенном виде эти ненасыщенные жирные кислоты для широкого использования получают из различного натурального сырья (рыба, акулье мясо, моллюски, морские водоросли и т.п.).

В России из тушек рыб северных морей и на основе рыбьего жира создан препарат Эйканол – активный биомодулятор обменных процессов. Он содержит полиненасыщенные жирные кислоты (прежде всего, семейства омега-3) и витамин Е, усиливающий лечебно-профилактическое действие. Эйканол рекомендован в качестве корректора метаболических нарушений при сердечно-сосудистых, кожных, глазных заболеваниях, язвенной болезни желудка, сахарном диабете, эффективен в профилактике атеросклероза, инфаркта миокарда, мозговых инсультов, предупреждает преждевременное старение, защищает от электромагнитного облучения. Этот препарат весьма эффективен в комплексной терапии атеросклероза, псориаза, аллергических заболеваний, хронического пиелонефрита, способствует восстановлению гомеостаза у лиц с предраковыми состояниями, усиливает неспецифическую резистентность организма к различным стрессовым воздействиям, в опытах *in vitro* стимулирует рост кишечных бифидобактерий.

Жирные кислоты омега-6 группы в значительных количествах присутствуют в сафлоровом, подсолнечном и кукурузном маслах, в масле бурачника, семенах черной смородины и играют важную роль при сахарном диабете, артрите, некоторых кожных заболеваниях. Только жиры этого семейства способны превращаться в гамма-линоленовую кислоту, которая в настоящее время рассматривается как важнейший защитник организма человека с преждевременным старением, новообразованиями, аллергическими и аутоиммунными заболеваниями, ожирением, предменструальным синдромом и другими патологическими заболеваниями и синдромами.

Жирные кислоты семейства омега-9 содержатся в оливках, орехах, арахисе, авокадо. Поступление этих жирных кислот препятствует отложению холестерина в стенках кровеносных сосудов.

### **3.8.1 Фосфолипиды, холины и лецитин как компоненты продуктов функционального питания**

Фосфолипиды – это сложные эфиры глицерина и жирных кислот, содержащие фосфорную кислоту и азотсодержащие группы, их суточная потребность составляет от 5 до 7 г (рисунок 3.24).

Фосфолипиды входят в состав мембран всех клеток человека, участвуют в транспорте липидов из печени в другие органы и ткани, в жировом метаболизме, в построении нервной ткани, печени, предотвращают воспаление и формирование язв в желудочно-кишечном тракте, обеспечивают выведение шлаков из клеток. Их содержание в тканях печени составляет 50 %, тканях мозга – 30 %. С возрастом, а также в результате различных негативных воздействий на организм (стрессы, интоксикации, интенсивные физические нагрузки) энергетический запас организма снижается и клетки не могут синтезировать фосфолипиды в необходимом количестве. Недостаток фосфолипидов в пище приводит к накоплению жира в печени и ее жировой дистрофии и циррозу, способствует повышению уровня

холестерина в сыворотке крови и его отложению в стенках артерий, развитию гипертонии, ишемии, инсультов, инфарктов.

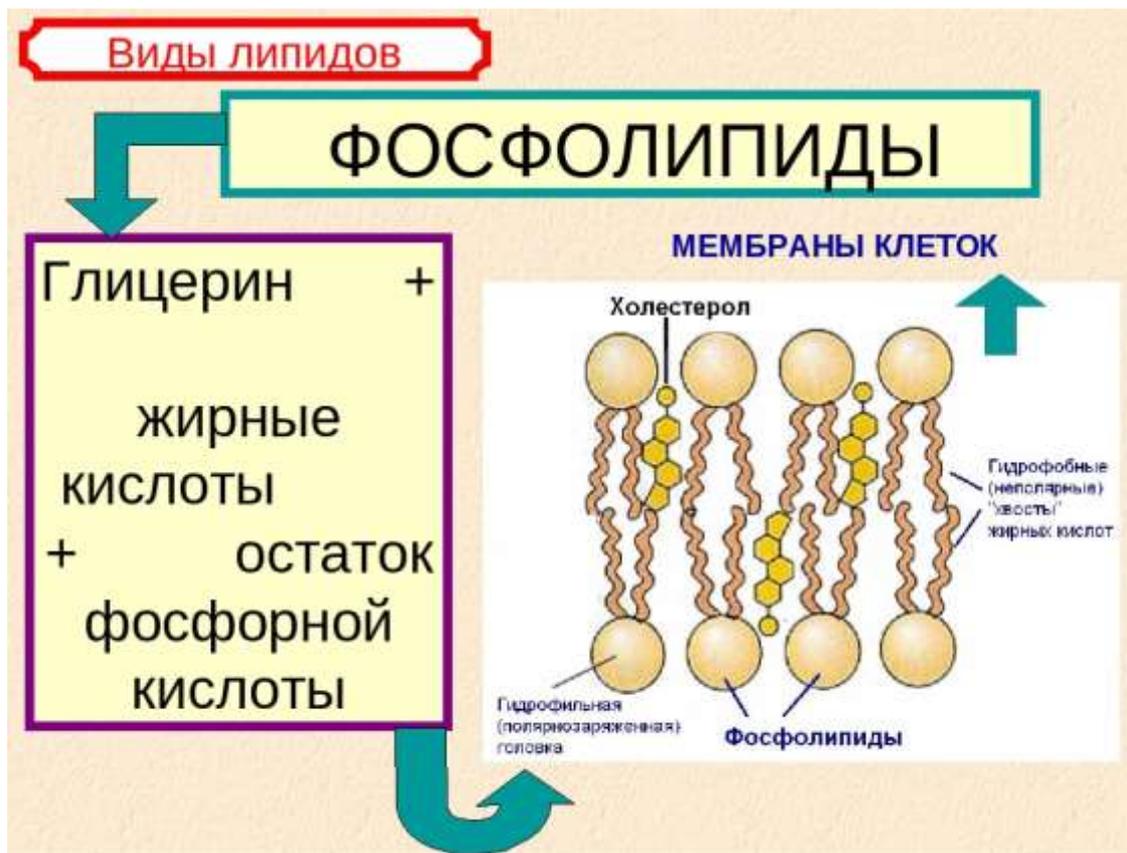


Рисунок 3.24 – Фосфолипиды

Повышается утомляемость, отмечается раздражительность, ослабление памяти. У детей имеет место повышенная возбудимость, задержка речевого развития, ослабленный иммунитет. Источником поступления в организм фосфолипидов являются пищевые продукты (таблица 3.5), а также фосфолипиды, высвобождающиеся из слущенных клеток кишечного эпителия [36].

Таблица 3.5 – Содержание фосфолипидов в семенах и плодах некоторых растений

Культуры растений	Содержание фосфолипидов, %
Соя	1,8
Хлопчатник	1,7
Кукуруза	0,9
Подсолнечник	0,7
Лен	0,6
Пшеница	0,54

Фосфолипиды составляют небольшую фракцию пищевых жиров. В семенах масличных культур их содержание достигает от 1 % до 2 % , в курином яйце и печени – от 2 % до 2,5 % от общего содержания жиров. Много фосфолипидов в сырах (до 1 %), мясе (около 0,8 %), птице (от 0,5 % до 2,5 %). К сожалению, большинство современных технологических приемов получения рафинированных растительных масел сопровождается утратой фосфолипидов и, как следствие этого, недостатком поступления этой группы сложных эфиров в организм человека.

Лецитины (от греч. «лектикос» – желток) – общепринятое название группы жироподобных веществ, представляющий собой смесь фосфолипидов (от 65 % до 75 %) с триглицеридами и небольшим количеством других веществ. Лецитин состоит из холина, линолевой кислоты и инозита. Является защитником всех клеток нашего организма, в первую очередь, клеток нервной системы, являясь обязательным компонентом их мембран. Лецитин, присутствующий в организме в физиологических концентрациях, предотвращает жировое перерождение печени, улучшает функционирование нервной системы, повышает умственную работоспособность, помогает усвоению тиамин печени и абсорбции витамина А в кишечнике, положительно влияет на сексуальную активность, снижает уровень холестерина в крови, стимулирует иммунный ответ, оказывает защитный эффект на слизистые желудка. Способствует эмульгации желчи и служит в качестве растворителя для холестерина, облегчает поступление и транспорт жирорастворимых витаминов. В комбинации с инозитом и метионином лецитин способствует нормализации гормонального фона женского организма, предотвращая развитие доброкачественных и злокачественных опухолей грудной железы и матки [9].

Во взаимодействии с витамином Е лецитин снижает агрессивные эффекты кислорода на ткани и замедляет процессы старения тканей и организма человека в целом. Лецитин также служит источником холина, витаминopodobного соединения, необходимого для образования одного из важнейших нейромедиаторов ацетилхолина. Организм человека способен синтезировать холин из метионина, витамина В<sub>12</sub> в присутствии фолиевой кислоты. В свою очередь, холин сам является фактором, необходимым для эндогенного синтеза лецитина. Холин требуется для

образования миелиновой оболочки нервов и клеток мозга, улучшает холестеринный обмен, выступает в качестве эмульгатора липидов, способствует поддержанию в крови на необходимом уровне карнитина, служащего питательным веществом для сердечной мышцы, помогает снижению кровяного давления, обладает успокаивающим действием. Наилучшим пищевым источником лецитина являются птичьи яйца (желтки), мясные субпродукты, рыба, соевые бобы, фасоль, различные орехи и семена, листья одуванчика, капуста, дрожжи. Суточная потребность в лецитине составляет от 0,5 до 1,5 г. Ежедневно с пищей здоровый взрослый человек получает от 500 до 900 мг.

Своеобразным фосфолипидом является фосфатидилсерин, преимущественно присутствующий в мембранах клеток мозга. Этот фосфолипид поддерживает целостность и функциональность нейронов мозга, участвует в передаче нервных сигналов между клетками мозга. Фосфатидилсерин способствует поддержанию оптимального количества мозговых рецепторов, что требуется для поддержания межнейронных взаимодействий на должном уровне, предотвращает возрастную деградацию умственных способностей, облегчает протекание стрессовых реакций, ослабляет проявления депрессии, способствует уменьшению алкогольного опьянения. Этот фосфолипид активизирует метаболизм глюкозы в клетках головного мозга и повышает их устойчивость к нарушению кровоснабжения. Прием витаминов и минералов, обладающих антиоксидантной активностью, способствует поддержанию необходимых уровней фосфатидилсерина в мозговой ткани. Фосфатидилсерин синтезируется в организме человека. Однако для восполнения запасов фосфатидилсерина рекомендуется использовать биологически активные пищевые добавки, поскольку в пищевых продуктах он присутствует в крайне незначительных количествах, а его эндогенный синтез не удовлетворяет потребности городских жителей, проживающих, как правило, в условиях постоянных стрессовых воздействий, истощающих запасы фосфатидилсерина.

Целесообразно для восполнения потребностей в фосфолипидах употреблять продукты, содержащие одновременно в больших количествах и мембранные липиды и пищевые волокна (незрелые бананы, авокадо, овсянка). При использовании в качестве пищевой добавки значительных количеств гра-

нулированного лецитина рекомендуется дополнительно принимать витамин С и кальций, нейтрализующих и связывающих избыток фосфора и нитрозаминов, образующихся в процессе обмена холина. Прием витамина В<sub>1</sub> усиливает успокаивающий эффект холина.

Все фосфолипиды содержат полиненасыщенные жирные кислоты, относящиеся к омега-6, соотношение которых в разных фосфолипидах различно [19].

### 3.9 Гликозиды как компоненты продуктов функционального питания

Гликозиды представляют собой большой класс широко распространенных в природе соединений растительного происхождения. Молекула гликозидов состоит из углеводной и неуглеводной частей, связанных между собой атомом кислорода. В зависимости от природы агликона гликозиды делят на несколько групп (рисунок 3.25).

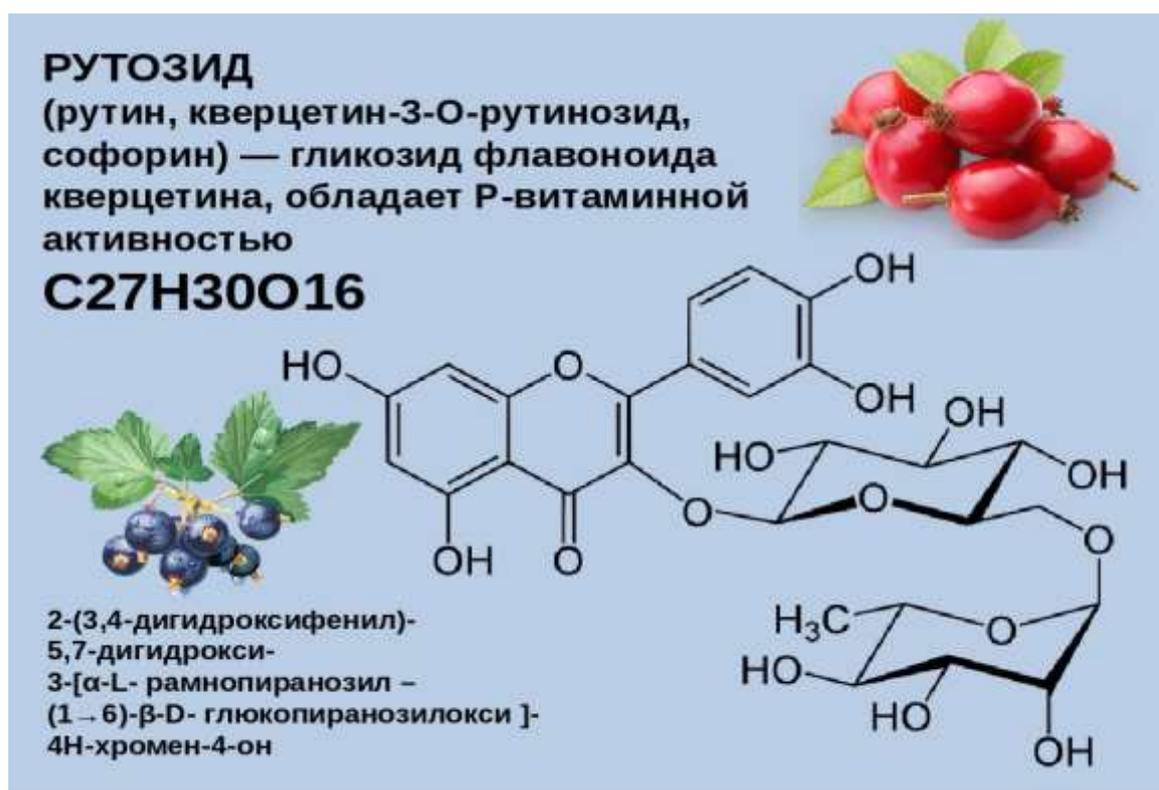


Рисунок 3.25 – Гликозиды

Биофлавоноиды – общее название разнообразных соединений, ранее рассматриваемых как витамин Р, относящихся к большой группе растительных пигментов, которые не синтезируются в организме человека. Суточная потребность – от 30 до 50 мг. В природе они содержатся в виде гликозидов во многих растениях, выступают одной командой с витамином С, а сам комплекс витамин С-биофлавоноиды в настоящее время по количеству входящих в его состав биологически активных соединений сравнивают с семейством витаминов группы А. При этом витамин С защищает биофлавоноиды от преждевременного разрушения; последние, в свою очередь, усиливают и придают новые позитивные характеристики витамину С. Наиболее известными биофлавоноидами являются рутин, кверцетин, гесперидин, пикногенол, генистеин.

Биофлавоноиды поддерживают тонус капилляров, уменьшают их проницаемость и ломкость, проявляют антиаллергическое, противовоспалительное, антитромбическое и мягкое кардиотоническое действие, снижают кровяное и внутриглазное давление, укрепляют collagen и соединительную ткань, обладают антиоксидантными свойствами, предохраняя от окисления витамин С и адреналин, повышают устойчивость к инфекциям, увеличивают эффективность витамина С. При приеме 500 мг витамина С необходимо употреблять не менее 100 мг биофлавоноидов. В свою очередь, аскорбиновая кислота нередко выступает в качестве восстановителя для биофлавоноидов. Дефицит этих витаминоподобных соединений проявляется точечными кровоизлияниями в коже, слизистых, подкожной клетчатке, особенно в местах подверженных давлению или ударам [2].

Особенно много биофлавоноидов в плодах шиповника, цитрусовых (белая кожура и междольковая мякоть), абрикосах, ежевике, гречке, черной смородине, винограде, черноплодной рябине, зеленых листьях чая. В настоящее время наиболее изучен рутин и кверцетин, выделенные из флавонолов таких растений, как цитрусовые, зеленый чай, яблоки, лук, томаты, перец, обладающих наиболее мощной антиоксидантной активностью среди всех известных биофлавоноидов.

Введение биофлавоноидов в пищевой рацион оказывает хороший лечебно-профилактический эффект при различных аллергических состояниях, ревматоидном

артрите, колитах, сердечно-сосудистых заболеваниях и новообразованиях. Многие растительные гликозиды нашли широкое применение в медицине, в частности выделены и очищены сердечные гликозиды, не имеющие равных для стимуляции деятельности сердечной мышцы.

Для приготовления пищевых добавок и продуктов функционального питания широкое применение в настоящее время находят сапонины – гликозиды, не содержащие молекулы азота. К ним относятся растительные вещества, водные растворы которых проявляют способность вызывать гемолиз эритроцитов, а при взбалтывании образовывать стойкую пену. Известно более 200 сапонинов из растений, относящихся к 70 семействам. Это, прежде всего, группа стероидных (гликоалкалоиды) и тритерпеновых сапонинов. У стероидных сапонинов обнаружена противоопухолевая, антиоксидантная, бактерицидная и другая активность.

Типичным примером растений, содержащих сапонины, является солодка. Из корней этого степного растения выделен глицирризин, обладающий приторно-сладким вкусом (в 40 раз слаще сахара) и глицирризиновая кислота. Первое вещество часто используется в качестве подсластителя, не влияющего на уровень сахара в крови и энергетическую плотность рациона. Корень солодки помогает сбалансировать синтез гормонов и функции желез. Открыто положительное влияние глицирризинов на водно-солевой обмен, что связано с их способностью участвовать в механизме синтеза гормонов коры надпочечников. Глицирризиновая кислота состоит из двух молекул глюкуроновой кислоты и схожа по строению с кортизоном. Глюкуроновая кислота связывает и инактивирует образующиеся в организме яды, используют ее и как антидот при различных отравлениях. К тритерпеновым сапонином относят сапонины женьшеня, солодкового корня, экстракт юкки. Индейцы использовали юкку для многих целей, поклонялись как растению, дарующему здоровье. Пищевые добавки, полученные на основе юкки, повышают тонус организма человека, стимулируют его защитные силы, являются адаптогенами, снимают воспалительные и болевые симптомы при заболеваниях суставов. Сапонины, флавоноиды, эфирные масла, производные оксикоричных кислот присутствуют также в таком растении, как эхинацея пурпурная.

Фитостеролы и растительные сапонины (например, из соевых бобов) являются функциональными ингредиентами, оказывающими выраженный профилактический эффект при иммунодепрессиях различного генеза, сердечно-сосудистых и других заболеваниях. В частности, доказано, что эти соединения способны уменьшать содержание холестерина в сыворотке крови, снижать кровяное давление, вызывать рвоту, являются потогонными [37]. Сапонины безвредны при оральном применении, но ядовиты при непосредственном попадании в кровь, вызывая гемолиз эритроцитов и отравление.

Антрагликозиды являются производными антрацена. Большинство из них проявляют слабительное действие. Легко экстрагируются из растений (крушина, алоэ и др.) водой, слабым раствором спирта, щелочными растворами. При этом полученные растворы приобретают кроваво-красную окраску. Показано, что антрагликозиды проявляют противовоспалительное действие и могут быть использованы при заболеваниях желчно-выделительной системы, подагре, кожных заболеваниях. Физиологическое действие этих гликозидов проявляется после микробного расщепления в толстом кишечнике.

Цианогенные гликозиды содержат в своей молекуле синильную кислоту и поэтому практически не находят применения для изготовления биологически активных пищевых добавок из-за своей потенциальной токсичности. Цианогенные гликозиды присутствуют в значительных количествах в косточках миндаля, абрикоса, персика. Сердечные гликозиды представляют собой большую группу сложных органических соединений гликозидной природы со специфическим действием на сердечную мышцу. Очень ядовиты и способны накапливаться в организме. Используются в медицине и применяются под обязательным врачебным контролем.

### **3.10 Другие функциональные ингредиенты**

В качестве функциональных ингредиентов при конструировании биологически активных пищевых добавок и функционального питания могут

выступать и многие другие простые и сложные субстанции различного происхождения, не вошедшие в перечисленные выше категории.

Важное и все возрастающее значение в качестве функциональных ингредиентов в последние годы придают различным органическим кислотам (молочная, уксусная, пропионовая, масляная, янтарная, яблочная и другие). Это связано с тем, что в результате многочисленных исследований, была установлена их роль во многих физиологических и патологических процессах. Многие органические кислоты обладают заметным антимикробным эффектом и благодаря этому являются мощным фактором поддержания баланса в микробной экологии пищеварительной и других систем организма млекопитающих, включая человека. Они также предотвращают заселение кишечника, дыхательных путей и женских гениталий потенциально-патогенными микроорганизмами. Некоторые органические кислоты (например, пропионовая, уксусная, лимонная) проявляют выраженные бифидостимулирующие свойства. Органические кислоты поддерживают водно-электролитный баланс в просвете кишечника, регулируя всасывание ионов натрия, калия, хлора, кальция, магния, цинка, воды и других соединений [9].

Полагают, что летучие жирные кислоты обеспечивают организм человека от 20 % до 25 % его энергетической потребности. Они также стимулируют развитие кишечного эпителия, снижают риск возникновения новообразований. Органические кислоты регулируют гликогенолиз и кетонообразование в печени, расслабляют гладкую мускулатуру, влияют на синтез некоторых гормонов гипофиза, подавляют развитие вируса герпеса, влияют на разнообразные иммунные функции организма. Недостаток органических кислот является важным фактором в патогенезе анемий, аденом, артериальной гипертензии, ряда новообразований, синдрома мальабсорбции и других патологических состояний.

Благодаря многофункциональности и высокой биологической активности, органические кислоты, в частности летучие жирные кислоты, предлагают использовать в качестве важного функционального ингредиента, наряду с аминокислотами, витаминами, микроэлементами и т.п., при изготовлении биологически активных добавок, продуктов функционального питания для снижения риска возникновения и лечения аутоиммунных заболеваний, поражений

пищеварительного тракта (запоры, метеоризм, колиты, дисбактериозы различного происхождения, заболевания печени и желчного пузыря) и т.д. Среднесуточная потребность взрослого человека в этих соединениях составляет порядка 2 г.

Типичным примером подобного лечебно-профилактического средства является пищевая добавка, имеющая коммерческое название Хилак-форте и представляющая собой стерильный концентрат продуктов обмена нормальной микрофлоры кишечника (молочную кислоту, короткоцепочечные летучие жирные кислоты в сочетании с другими метаболитами-аминокислотами и т.д.). Хилак-форте в 1 мл содержит биологически активных соединений, соответствующих таковым 100 миллиардов микроорганизмов. Он способствует при оральном применении восстановлению микробной экологии кишечника, вызывает сдвиг и поддерживает рН в желудочно-кишечном тракте, нормализует естественный синтез в толстой кишке витаминов группы В и К, обеспечивает регенерацию эпителиальных клеток кишечной стенки, восстанавливает водно-электролитный баланс в просвете толстой кишки [5].

Выраженной способностью стимулировать рост кишечных бифидобактерий обладает глюконовая кислота. Эта кислота образуется при окислении альдегидной группы глюкозы. Фосфорилированная форма глюконовой кислоты является важным промежуточным продуктом углеводного обмена в живых клетках. В фармацевтической промышленности глюконовая кислота в больших количествах используется в качестве наполнителя для таблеток. Обнаружение у глюконовой кислоты бифидогенной активности открывает новые широкие перспективы использования этого соединения по новому назначению.

В категорию функциональных микронутриентов включают также фитоэстрогены. В настоящее время хорошо известно, что эстрогены оказывают выраженное и разносторонне действие на организм человека. Эти гормональные соединения стероидной природы оказывают существенное влияние на состояние кожи и слизистых, репродуктивную функцию женщин, сон, физическую форму, жировой, углеводный, белковый обмены, другие физиологические функции и биохимические реакции. В настоящее время известно более двухсот растений (соя, злаковые культуры и т.д.), в составе которых обнаружены биологически активные

вещества, обладающие умеренной эстрогенной активностью и способные оказывать на женщин и мужчин благоприятные эффекты (снижать риск сердечно-сосудистых заболеваний, злокачественных новообразований, улучшать протекание климакса, остеопороза и т.д.).

В отличие от эстрогенов, фитоэстрогены не являются стероидными соединениями. Однако, будучи способными связываться с эстрогеновыми клеточными рецепторами, фитоэстрогены проявляют гормоноподобное действие. В группу фитоэстрогенов включают изофлавоны сои, лигнаны и другие соединения, обнаруживаемые в растительных пищевых волокнах. Физиологические эффекты фитоэстрогенов в значительной степени определяются состоянием кишечной микрофлоры, поскольку большинство из них приобретают гормоноподобные свойства только после соответствующей микробной метаболизации.

Своеобразной формой функциональных ингредиентов являются цитамины, главной особенностью которых является органо- и тканеспецифичность. Предполагается, что цитамины, выделенные из органов и тканей животных, действуют на одноименный орган и ткань человека, поскольку в них сохраняются фрагменты ДНК, гомологичные для человеческих тканей, физиологические концентрации минеральных веществ (магний, железо, фосфор, калий, кальций, натрий и др.), микроэлементов (медь, марганец, кобальт, молибден и др.) и витаминов (тиамин, рибофлавин, ниацин, ретинол, альфа-токоферол) в биологически связанной форме. Цитамины получают путем специальной обработки органов и тканей животных, при которых в условиях щелочного гидролиза сохраняются структурные элементы хроматина ядра, то есть нуклеопротеиновые комплексы с молекулярной массой от 10 до 80 кДа. Цитамины, таким образом, представляют собой сбалансированные комплексы биологически активных веществ направленного органотропного действия, способные оказывать регулирующее действие на различные функциональные системы организма [7].

Каждый из этих биологически активных пищевых добавок оказывает сугубо направленное регулирующее клеточный метаболизм действие, что сопровождается восстановлением деятельности иммунной, эндокринной, сердечно-сосудистой и других систем. При этом позитивный эффект цитаминов проявляется на всех этапах

клеточного метаболизма за счет коррекции клеточного обмена в поврежденных тканях, из которых они были выделены. Благодаря восстановлению функциональной активности органов и тканей человека, цитаминны способствуют поддержанию активного долголетия и снижают риск возникновения различных заболеваний.

В категорию микронутриентов с функциональной активностью можно отнести биологические активные вещества, необходимые для сохранения и восстановления хрящевой ткани, известные под названием хондропротекторы. Хотя организм человека способен их синтезировать, однако при определенных условиях (повышенные физические нагрузки, травмы, пожилой возраст, хронические заболевания суставов и пищеварительного тракта и других) эндогенного количества хондропротекторов бывает недостаточным для снижения риска возникновения дегенеративных поражений. Хондроитинсульфат обнаруживается исключительно в хрящевой ткани и состоит из фракций различной молекулярной массы. Для изготовления биологически активных пищевых добавок используют низкомолекулярные фракции хондроитинсульфата, получаемых из хрящей лососевых рыб. Помимо участия в образовании хрящевой ткани хондроитинсульфат замедляет всасывание жиров из просвета пищеварительного тракта, снижает уровень холестерина в плазме крови и массу тела.

Глюкозамины – субстанции, относящиеся к аminosахарам. В отличие от других углеводных соединений, они не используются в качестве источника энергии, а участвуют в образовании соединительной и хрящевой ткани, костей, сухожилий, синовиальной жидкости и других тканей и биологических жидкостей. Поскольку они обладают меньшей молекулярной массой по сравнению с хондроитинсульфатом, они всасываются из просвета кишечника без изменения своей химической структуры. Глюкозамины также играют роль в секреции слизистых тканей пищеварительной, дыхательной и мочеполовой систем. В организме глюкозамин образуется из глюкозы и глутамина. Глюкозамин является также продуктом гидролиза хитина — основного компонента клеток морских животных, из которого получают некоторые иммуностимуляторы, в том числе Хитозан.

## Заключение

В данном учебном пособии рассмотрены основные требования к продуктам функционального питания, а также характеристики функциональных ингредиентов.

Все они обладают комплексом уникальных свойств, которые позволяют организму человека нормально функционировать. Белки, жиры, липиды, минеральные вещества и витамины априори содержатся во всех известных пищевых продуктах, однако ввиду различных причин, рассмотренных ранее, они могут не полностью выполнять свои функции в организме человека. В связи с этим, в середине 20 века возникло новое направление в пищевой промышленности – функциональное питание, которое основывается не только на технологиях производства пищевой продукции, но и на химических, биохимических, медицинских и других научных исследованиях. Все это позволяет разрабатывать и создавать совершенно уникальные продукты питания – функциональные, которые способствуют снижению риска развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняют и улучшают здоровье за счет наличия в его составе физиологически активных пищевых ингредиентов.

Важно знать, что функциональный продукт создается путем научно обоснованного подхода, который учитывает физиологические потребности и особенности человека, форму и развитие заболевания, возраст, географические условия проживания и др., а также физико-химические свойства функционального ингредиента.

Все эти и иные принципы создания продуктов функционального питания будут рассмотрены в следующей части учебного пособия.

## Список использованных источников

1. Бароненко, В.А. Здоровье и физическая культура студента [Текст] : учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / В.А. Бароненко, Л. А. Рапопорт.- 2-е изд., перераб. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2009. - 336 с.

2. Барышева, Е.С. Основы физиологии питания (краткий курс) [Текст] : учеб. пособие: в 2 ч. / Е.С. Барышева, О.В. Баранова ; под ред. С.В. Нотовой ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". Ч. 2 : Практические основы. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2007. - 266 с.

3. Берестова, А.В. Оценка качества сырья для производства продуктов функционального назначения [Электронный ресурс] : методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 260800.62 Технология продукции и организация общественного питания / А.В. Берестова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. пищевой биотехнологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.84 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2014. - 59 с.

4. Берестова, А.В. Технология продуктов на молочной и мясной основе для детского и функционального питания [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания / А.В. Берестова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. пищевой биотехнологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.52 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 59 с.

5. Берестова, А.В. Технология продуктов функционального питания [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки

19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания / А.В. Берестова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. пищевой биотехнологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.50 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 44 с.

6. Бурашников, Ю.М. Охрана труда в пищевой промышленности, общественном питании и торговле [Текст] : учеб. для нач. проф. образования / Ю.М. Бурашников, А.С. Максимов. - М. : Академия, 2003. - 240 с

7. Васюкова, А.Т. Технология продукции общественного питания [Текст] : лаб. практикум / А.Т. Васюкова, А.С. Ратушный.- 2-е изд. - М. : Дашков и К, 2009. - 107 с.

8. Ганина, А.Г. Значение функциональных продуктов в питании современного человека [Текст] : метод. указания к практ. занятию / А.Г. Ганина, О.В. Баранова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. нутрициологии и биоэлементологии. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 30 с.

9. Геродиетические продукты функционального питания [Текст] / А.Н. Петров, Ю.Г. Григоров, С.Г. Козловская. - М. : Колос-Пресс, 2001. - 96 с.

10. Гигиена и экология человека [Текст] : учебник для студентов медицинских училищ и колледжей России / под ред. Н.А. Матвеевой.- 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.

11. Гичев, Ю.Ю. Руководство по биологически активным пищевым добавкам [Текст] / Ю.Ю. Гичев, Ю.П. Гичев. - М. : Триада-Х, 2001. - 232 с.

12. Горбачев, В. В. Витамины, микро- и макроэлементы [Текст] : справочник / В.В. Горбачев, В.Н. Горбачева. - Минск : Книжный дом : Интерпрессервис, 2002. - 544 с.

13. ГОСТ Р 54059-2010. Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. – Введ. 2012.01.01. – М.: Стандартиформ, 2019. – 8 с.

14. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определение. – Введ. 2006.01.07. – М.: Стандартинформ, 2006. – 12 с.

15. Доронин, А.Ф. Функциональное питание [Текст] / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. - М. : ГРАНТЬ, 2002. - 296 с.

16. Дроздова, Т.М. Физиология питания [Текст] : учеб. для вузов / Т.М. Дроздова, П.Е. Влощинский, В.М. Позняковский. - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. - 352 с.

17. Дубцов, Г.Г. Технология приготовления пищи [Текст] : учеб. пособие / Г.Г. Дубцов.- 2-е изд., стер. - М. : Академия : Мастерство, 2002. - 272 с.

18. Дудкин, М.С. Новые продукты питания [Текст] / М.С. Дудкин, Л.Ф. Щелкунов. - М. : Наука, 1998. - 304 с.

19. Карпова, Г.В. Общие принципы функционального питания и методов исследования свойств сырья продуктов питания [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 260800 Технология продукции и организации общественного питания / Г.В. Карпова, М.А. Студяникова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". Ч. 1 : . - Оренбург : Университет, 2013. - 227 с.

20. Карпова, Г.В. Общие принципы функционального питания и методов исследования свойств сырья продуктов питания [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 260800 Технология продукции и организации общественного питания / Г.В. Карпова, М.А. Студяникова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". Ч. 2 : . - Оренбург : Университет, 2013. - 215 с.

21. Касьянов, Г. И. Технология продуктов детского питания [Текст] : учеб. для вузов / Г. И. Касьянов. - М. : Академия, 2003. - 224 с.

22. Кунташов, Е.В. Разработка мясных изделий функционального назначения с натуральным биоаккоректором : диссертация ... кандидата технических наук : 05.18.04. - Кемерово, 2011.- 140 с.

23. Магомедов, М.Г. Производство плодоовощных консервов и продуктов здорового питания [Текст] : учебник для подготовки бакалавров, обучающихся по направлению "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" / М.Г. Магомедов. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 560 с.

24. Малышева, Н.В. Биохимия пищеварения и питания [Текст] : метод. указания к лаб. практикуму / Н.В. Малышева, О.А. Науменко, М.В. Фомина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. профилактик. медицины. - Оренбург : Университет, 2012. - 43 с.

25. Мануковская, М.В. Разработка технологии функциональных продуктов на основе печени и растительных добавок : диссертация ... кандидата технических наук : 05.18.15.- Москва, 2005.- 186 с.

26. Мартинчик, А.Н. Физиология питания, санитария и гигиена [Текст] : учеб. пособие для сред. проф. образования / А.Н. Мартинчик, А.А. Королев, Л.С. Трофименко. - М. : Мастерство : Высш. шк., 2000. - 192 с.

27. Матюхина, З.П. Основы физиологии питания, микробиологии, гигиены и санитарии [Текст] : учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы начального профессионального образования / З.П. Матюхина.- 6-е изд., стер. - Москва : Академия, 2012. - 254 с.

28. Микронутриенты в питании здорового и больного человека [Текст] : справ. рук. по витаминам и минер. веществам / В.А. Тутельян [и др.]. - М. : Колос, 2002. - 424 с.

29. Нотова, С.В. Физиология питания [Текст] : метод. указания к практ. занятиям / С.В. Нотова, Е.С. Барышева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. профилактик. медицины. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 71 с.

30. Обреимова, Н.И. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков [Текст] : учеб. пособие для дефектологических фак. высш. пед. учеб. заведений / Н.И. Обреимова, А.С. Петрухин. - М. : Академия, 2000. - 376 с.

31. Основы здорового питания [Текст] : учеб. пособие для вузов / А.В. Скальный [и др.]. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 110 с.

32. Пивоваров, Ю.П. Гигиена и основы экологии человека [Текст] : учебник для студентов медицинских вузов, обучающихся по специальностям 040100 "Лечебное дело", 040200 "Педиатрия" / Ю.П. Пивоваров, В.В. Королик, Л.С. Зиневич; под ред. Ю. П. Пивоварова.- 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2006. - 528 с.

33. Пищевая химия [Текст] : учеб. для студентов / под ред. А.П. Нечаева.- 3-е изд., испр. - СПб. : ГИОРД, 2004. - 640 с.

34. Рогов, И.А. Химия пищи [Текст] : учеб. для вузов / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. - М. : КолосС, 2007. - 854 с.

35. Скальная, М.Г. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты [Текст] / М.Г. Скальная, С.В. Нотова; под ред. В.А. Тутельяна, А.В. Скального. - М. : РОСМЭМ, 2004. - 310 с.

36. Скальный, А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение) [Текст] : практ. рук. для врачей и студентов мед. вузов / А.В. Скальный.- 2-е изд. - М. : КМК, 2001. - 96 с.

37. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика [Текст] : справочник / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. - М. : Высш. шк., 1991. - 288 с.

38. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология [Электронный ресурс] / Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. - Саратов: Вузовское образование, 2014.

39. Технологии пищевых производств [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. А.П. Нечаева. - М. : КолосС, 2005. - 768 с.

40. Тихомирова, Н.А. Технология продуктов лечебно-профилактического назначения на молочной основе [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н.А. Тихомирова. - СПб. : Троицкий мост, 2010. - 448 с.

41. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека [Текст] : учеб. пособие / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. - 448 с.

42. Туманян, Г.С. Здоровый образ жизни и физическое совершенствование [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г.С. Туманян.- 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 336 с.

43. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии [Текст] : учеб. для вузов / А.Ф. Доронин [и др.]; под ред. А.А. Кочетковой. - М. : ДеЛи принт, 2009. - 288 с.

44. Функциональные продукты питания животного происхождения [Текст] : учеб. пособие / Т.И. Бурцева [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2010. - 190 с.

45. Химический состав пищевых продуктов [Текст] : в 2 кн. / под ред. И.М. Скурихина, М.П. Волгарева.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1987  
Кн. 1 : Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. - 1987. - 224 с. Кн. 2 : Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. - 1987. - 360 с.