

642

1146

Молчанова

ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ

Учебное пособие



СПбГУ

Санкт-Петербург

Е. Н. Молчанова

ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию
в области технологии продуктов питания и пищевой инженерии
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлениям подготовки бакалавров 260100.62 «Продукты
питания из растительного сырья» и 260800.62 «Технология продукции
и организация общественного питания»

ТРОИЦКИЙ МОСТ
ТМ 2014

Санкт-Петербург

УДК 642.5.001(07)
ББК 36.99-5-02я73
М76

ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Е. Н. Молчанова

Рецензенты:

В. В. Бессонов — доктор биологических наук, заведующий лабораторией пищевых веществ НИИ питания РАМН;

А. С. Джабоева — доктор технических наук, заведующая кафедрой технологии общественного питания Северо-Кавказского сельскохозяйственного института.

Руководитель проекта
Литературный редактор
Верстка
Корректурa

М. Секисова
Т. Доронина
Т. Петрова
М. Одинокова

М76 Молчанова Е. Н.

Физиология питания: Учебное пособие / Е. Н. Молчанова — СПб.: Троицкий мост, 2014. — 240 с.: ил.

ISBN 978-5-4377-0029-7

В учебном пособии изложены основы физиологии пищеварения, значение и функции органов пищеварительной системы, энергетического обмена. Рассмотрены биологическая роль и значение в питании макро- и микронутриентов, биологически активных веществ. Проанализированы различные теории питания и даны научные основы дифференцированного питания для отдельных групп населения.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология продукции и организация общественного питания» и «Продукты питания из растительного сырья».

УДК 642.5.001(07)
ББК 36.99-5-02я73

ISBN 978-5-4377-0029-7

© ООО «ИД “Троицкий мост”», 2014

Подписано в печать 14.01.14. Формат 60 × 88¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура «Ньютон». Печать офсетная. Усл. п. л. 18. Тираж 500. Заказ № 13
ООО «ИД “Троицкий мост”», 193230, Искровский пр., д. 21, кв. 241; тел.: (812) 904-45-24
Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии ООО «ИПК БИОНТ»
199026, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 86, тел.: (812) 322-68-43

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ЗНАЧЕНИЕ ПИТАНИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА	7
Глава 2. ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ПИЩЕВАРЕНИЯ	11
2.1. Общая характеристика процессов пищеварения	11
2.2. Строение и функции органов пищеварения	28
Глава 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН	54
3.1. Обмен веществ и энергии	54
3.2. Энерготраты организма человека	56
3.3. Потребность человека в энергии и нормирование энергетической ценности рационов питания	65
Глава 4. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МАКРО- И МИКРОНУТРИЕНТОВ	67
4.1. Белки	67
4.2. Жиры	81
4.3. Углеводы	95
4.4. Минеральные вещества	107
4.5. Витамины и витаминоподобные вещества	126
4.6. Вода	145
Глава 5. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ, ЗАЩИТНЫЕ И АНТАЛИМЕНТАРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩИ	151
5.1. Биологически активные соединения	151
5.2. Защитные компоненты пищевых продуктов	157
5.3. Природные токсические компоненты пищевых продуктов	163
Глава 6. ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ОСНОВНЫХ ГРУПП ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	170
6.1. Молоко и молочные продукты	170
6.2. Яйца и яичепродукты	172
6.3. Мясо, птица и мясные продукты	173

6.4. Рыба и нерыбные морепродукты.....	174
6.5. Зерно и продукты переработки зерна.....	176
6.6. Овощи, фрукты и ягоды.....	179
6.7. Жировые продукты	180
6.8. Кондитерские и мучные кондитерские изделия.....	183
Глава 7. СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕОРИИ ПИТАНИЯ	184
7.1. Научные теории питания.....	184
7.2. Нетрадиционные виды питания.....	193
Глава 8. ПИТАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ	202
8.1. Питание детей и подростков.....	202
8.2. Питание в пожилом возрасте	208
8.3. Питание женщин при беременности	212
8.4. Питание кормящих матерей	218
ПРИЛОЖЕНИЯ	221
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	234
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	238

ВВЕДЕНИЕ

Физиология питания изучает свойства пищи и содержащихся в ней пищевых веществ, оптимальные условия их усвоения в организме, обосновывает потребность в пищевых веществах в соответствии с состоянием организма, изучает роль пищевых веществ в поддержании здоровья или риске развития заболеваний.

Физиология питания — развивающаяся наука. Она постоянно обогащается новыми фактами и методами исследования, основанными на достижениях смежных наук — биохимии, молекулярной биологии, общей физиологии, медицины.

Известно, что питание не только необходимо для обеспечения организма пищевыми веществами и энергией, но и является одним из основных факторов, определяющих здоровье человека, его рост и развитие, физическую и умственную работоспособность, продолжительность жизни и т. д. Развитие данной науки привело к формированию базовых принципов и постулатов здорового питания. Открытие значения биологически активных веществ пищи явилось одной из важных основ в профилактике хронических заболеваний и укреплении иммунитета. В настоящее время для многих из этих веществ уже доказано участие в целом ряде метаболических процессов, а следовательно, и необходимость присутствия в рационе питания.

В последние десятилетия во многом изменилась структура и характер питания населения России, избыточная калорийностью рационов питания привела к избыточной массе тела различных возрастных групп, включая детей. С другой стороны широкое распространение получили различные патологические состояния, связанные с дефицитом различных макро- и микронутриентов, что связано с ухудшением экономических возможностей части россиян, их низкой покупательной способностью, а также нерациональным соотношением пищевых веществ у людей с высоким уровнем достатка.

Результаты исследования пищевого статуса населения легли в основу определения направлений государственной политики в области здорового питания, нацеленной на обеспеченность населения продуктами питания, способствующими сохранению здоровья и обеспечивающими качество жизни.

Практической задачей физиологии питания является обоснование норм потребления основных пищевых веществ для нормального роста и развития детей и подростков, формирование рекомендаций в период беременности и лактации, а также разработка режимов и диет для различных возрастных групп людей с учетом специфики профессий и климатических условий.

В данном учебном пособии, с учетом современных достижений науки о питании, изложены основы физиологии пищеварения, значение и функции органов пищеварительной системы, энергетический обмен. Рассмотрено значение макро- и микронутриентов, а также биологически активных, защитных и антиалиментарных компонентов пищи для организма человека. Проанализированы различные теории питания и даны научные основы дифференцированного питания для отдельных групп населения.

Все представленные в пособии нормативно-методические данные соответствуют официальным материалам Всемирной организации здравоохранения и действующему законодательству Российской Федерации.

Изучение дисциплины «Физиология питания» позволит студентам получить необходимые знания по основным вопросам питания, его роли в жизнедеятельности человека и сохранении его здоровья, что необходимо для формирования высококвалифицированных специалистов в области производства продуктов питания. Полученные знания о значении пищевых и биологических активных веществ, а также пищевой ценности продуктов питания позволят будущим технологам пищевой промышленности и общественного питания вести разработку новых специализированных и функциональных продуктов, отвечающих современным требованиям качества, а также формировать рационы питания в соответствии с физиологическими потребностями человека в пищевых веществах и энергии.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 260100.62 — Продукты питания из растительного сырья, 260800.62 — Технология продукции и организация общественного питания.

Автор выражает благодарность рецензентам — доктору биологических наук, заведующему лабораторией пищевых веществ НИИ питания РАМН В. В. Бессонову и доктору технических наук, заведующей кафедрой технологии общественного питания Северо-Кавказского сельскохозяйственного института А. С. Джабоевой за ценные замечания и советы.

ГЛАВА 1

ЗНАЧЕНИЕ ПИТАНИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Анализ состояния здоровья населения земного шара свидетельствует о постоянном росте числа лиц, страдающих различными заболеваниями, прежде всего теми, которые получили название «болезней цивилизации» — заболевания сердца, сосудов, мочекаменная и желчнокаменная болезни, рак, гепатиты, ожирение, подагра, остеопороз, сахарный диабет и др. Большинство из этих болезней являются ведущей причиной временной нетрудоспособности или инвалидности в работоспособном возрасте.

По оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения (2008 г.) на неинфекционные заболевания приходилось более 60 % из общего числа смертей в мире (36 млн) и 80 % — в странах с низким и средним уровнем дохода. В настоящее время около 16 млн человек умирают в возрасте до 70 лет. По прогнозам, к 2020 г. этот показатель составит 73 %.

В мире более 3,5 млрд человек страдают от дефицита железа, 2 млрд подвержены риску дефицита йода и 200 млн детей дошкольного возраста страдают от дефицита витамина А. Недоедание затрагивает около 870 млн человек — каждый восьмой в мире (ВОЗ, 2012), в то время как ожирением страдают более 300 млн человек.

Нарушение питания и недостаточная физическая активность признаются ведущими причинами таких основных неинфекционных заболеваний, как ожирение, сахарный диабет 2-го типа, сердечно-сосудистые заболевания, в том числе гипертония и инсульт, некоторые формы рака.

Другие широко распространенные заболевания, непосредственно связанные с питанием, — кариес и остеопороз.

По данным Всемирной организации здравоохранения, до 80 % заболеваний сердца, инсультов и диабетов 2-го типа и более трети онкологических заболеваний можно предотвратить путем устранения таких факторов, как нездоровое питание, чрезмерное употребление алкоголя, употребление табака, низкая физическая активность.

В России, так же как и во всем мире, увеличивается количество заболеваний, связанных с питанием, в том числе с дефицитом пищевых веществ. В последнее время практически для всех возрастных групп населения наблюдается:

- дефицит животных белков, достигающий 15–20 % от рекомендуемых величин, особенно в группах населения с низкими доходами;
- дефицит полиненасыщенных жирных кислот на фоне избыточного поступления животных жиров;
- дефицит большинства витаминов, выявляющийся повсеместно у более половины населения: у 70–100 % — витамина С, 60–80 % — витаминов группы В и фолиевой кислоты, у 40–60 % — бета-каротина;
- недостаточность ряда минеральных веществ, таких как кальций, железо, фтор, селен, цинк;
- дефицит пищевых волокон.

Недостаточностью кальция особенно страдают лица пожилого возраста, это сопровождается развитием остеопороза и повышенной ломкостью костей.

Нехватка железа наблюдается в основном у беременных женщин и детей раннего возраста, что является причиной развития анемии (по данным ВОЗ, анемия, вызванная дефицитом железа, приводит к смерти 60 тыс. молодых женщин во время беременности и родов).

Недостаток йода характерен для детей до 17 лет в период интенсивного развития центральной нервной системы (ЦНС), что приводит к потере существенной доли интеллектуальных способностей.

Происходит это вследствие продолжающегося снижения потребления наиболее ценных в биологическом отношении пищевых продуктов, таких как мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, рыба и рыбные продукты, яйца, растительное масло, фрукты и овощи. При этом существенно увеличивается потребление кондитерских и мучных кондитерских изделий.

Дефицит витаминов, микроэлементов, отдельных полиненасыщенных жирных кислот и др. приводит прежде всего к резкому снижению резистентности организма к неблагоприятным факторам окружающей среды за счет нарушения функционирования систем антиоксидантной защиты и развития иммунодефицитных состояний.

У детей первого года жизни дефицит микронутриентов служит одной из причин возникновения железодефицитных анемий (30–50 % от общего числа детей соответствующего возраста), пищевой аллергии (20–30 %), рахита (50–60 %), гипотрофии (5–10 %). Около 10 % детей имеют низкую массу тела или сниженный рост, свидетельствующие об остром или хроническом недоедании.

Для взрослого населения характерна высокая распространенность заболеваний, прямо связанных с нарушениями питания, — это заболевания желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, некоторые формы рака, ожирение, остеопороз, болезни обмена веществ.

В России, как и в других развитых странах, в связи с индустриализацией и уменьшением физической активности, энерготраты у большинства населения снижены практически до минимально возможного уровня. Вследствие этого калорийность рационов стала причиной избыточного потребления энергии, чаще всего за счет избытка насыщенных жиров и высокого содержания простых сахаров, в основном за счет добавленного сахара. В той или иной степени страдают ожирением около 30 %, а более 50 % взрослого населения имеют избыточную массу тела.

Проблема избыточной массы тела и ожирения затрагивает и детское население. Практически во всем мире количество детей, больных ожирением, удваивается каждые три десятилетия. В настоящее время в развитых странах мира до 25 % подростков имеют избыточную массу тела, а 15 % страдают ожирением. В Российской Федерации распространенность ожирения среди детского населения колеблется от 3–5 до 20 %.

Избыточная масса признана одним из основных факторов риска развития многих заболеваний, таких как сахарный диабет, артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца и др.

Таким образом, характер питания является важнейшим фактором, определяющим здоровье человека. Хорошее здоровье определяет качество жизни современного человека, и стремление к нему является первостепенной социальной задачей.

Главная задача государства заключается в создании социально-экономических условий, которые обеспечивали бы доступность качественных продуктов питания в количестве, необходимом для удовлетворения физиологической потребности человека в пищевых веществах и энергии и выполнения им социальных функций.

В настоящее время приоритетными направлениями признаны:

- улучшение питания детского населения;
- профилактика микронутриентной недостаточности;
- алиментарная профилактика нарушений и заболеваний, связанных с питанием, прежде всего среди групп риска из групп населения с низкими доходами;
- безопасность пищи.

Концепция государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г. предусматривает ряд направлений, связанных с деятельностью предприятий пищевой промышленности и общественного питания, в том числе:

- развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах (трудовые, образовательные и др.);
- расширение отечественного производства основных видов продовольственного сырья, отвечающего современным требованиям качества и безопасности;
- разработку и внедрение в пищевую промышленность инновационных технологий;
- совершенствование организации питания в организованных коллективах;
- обеспечение полноценным питанием беременных и кормящих женщин;
- совершенствование диетического (лечебного и профилактического) питания в лечебно-профилактических учреждениях.

Контрольные вопросы

1. Какие нарушения питания связаны с «болезнями цивилизации»?
2. Каковы основные источники избыточной калорийности рационов?
3. Дефицит каких пищевых веществ наблюдается в питании населения России?
4. Перечислите наиболее дефицитные минеральные вещества в питании.
5. Какие основные приоритетные направления социальной политики Российской Федерации в области здорового питания?
6. Мероприятия, осуществляемые предприятиями пищевой промышленности и общественного питания, в обеспечении здоровья населения.



ГЛАВА 2

ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ПИЩЕВАРЕНИЯ

2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Пищеварение является начальным этапом обмена веществ. Это сложный физиологический и химический процесс расщепления пищи на более мелкие компоненты, которые могут быть усвоены организмом и включены в обмен веществ.

Питание — это совокупность процессов разных уровней иерархии, ведущих к удовлетворению потребностей организма в пище. На уровне целостного организма питание — это деятельность, направленная на получение пищи, пищевое поведение. На уровне систем организма питание — это потребление пищи, ее расщепление в пищеварительном тракте и всасывание питательных веществ. На клеточном и субклеточном уровне питание — это усвоение пищевых веществ с целью их последующего метаболизма.

Ферментативный гидролиз компонентов пищи, всасывание переработанных и выделение неусвоенных веществ происходит с помощью пищеварительной системы (рис. 2.1), которая включает пищеварительный тракт и пищеварительные железы.

Желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) начинается полостью рта, где потребляемая пища размельчается и перемешивается со слюной. Слю-

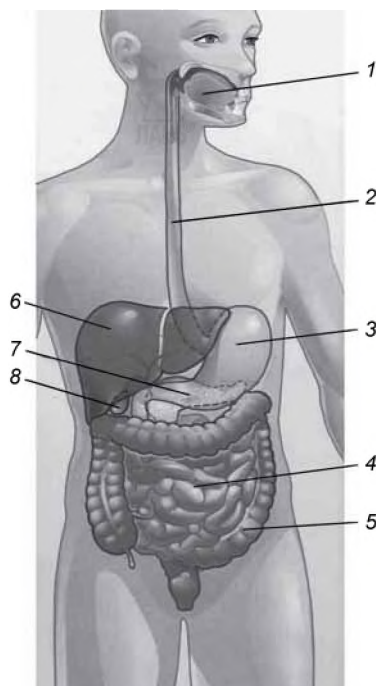


Рис. 2.1. Схема строения пищеварительной системы:

- 1 — ротовая полость; 2 — пищевод; 3 — желудок; 4 — тонкий кишечник;
5 — толстый кишечник; 6 — печень; 7 — поджелудочная железа;
8 — желчный пузырь

на содержит ферменты, осуществляющие начальные этапы переваривания углеводов и эмульгированных жиров. Из полости рта через пищевод пища попадает в желудок, где пищевые массы резервируются и подвергаются гидролизу белков и в небольшой степени — жиров и углеводов. Далее содержимое желудка порциями переходит в верхнюю часть тонкого кишечника — двенадцатиперстную кишку, где активно перемешивается с соком поджелудочной железы, с желчью, вырабатываемой печенью, с кишечным соком, и поступает в тонкий кишечник. В тощей кишке (средней части тонкого кишечника) продолжается интенсивный ферментативный гидролиз пищевых продуктов химуса, который завершается на мембранах клеток подвздошной кишки. Конечные продукты гидролиза — аминокислоты, моносахариды, моноглицериды и жирные кислоты, а также витамины, часть воды и минеральных солей всасываются и разносятся по организму к клеткам-потребителям. В толстом

кишечнике продолжается всасывание воды. С помощью микрофлоры происходит гидролиз непереваренных остатков химуса, превращение его в фекалии, которые выводятся через прямую кишку посредством акта дефекации.

Основные пищеварительные железы (слюнные железы, печень (с желчным пузырем) и поджелудочная железа) секретируют пищеварительные соки, которые вместе с соками отделов желудочно-кишечного тракта расщепляют пищу на составные части.

Стенка пищеварительного тракта состоит в основном из четырех видов ткани, которые лежат слоями друг над другом (рис. 2.2). В различных отделах желудочно-кишечного тракта их структура различается в зависимости от функции.

Слизистая ткань — внутренний слой стенки желудочно-кишечного тракта — имеет наиболее сложное строение, она может быть гладкой в ротовой полости, образовывать углубления и складки на всем протяжении ЖКТ, в тонком кишечнике слизистая оболочка складчатая и имеет ворсинки. В слизистой оболочке расположено множество желез, которые выделяют слизь.

Подслизистая ткань образует тонкий слой соединительной ткани между слизистой и мышечной оболочкой. В ней расположены кровеносные и лимфатические сосуды, в которые всасываются пищевые вещества.

Мышечная ткань находится в ротовой полости, глотке и верхней части пищевода, состоит из поперечно-полосатых мышц. В оставшейся части желудочно-кишечного тракта преобладает гладкая мускулатура, состоящая из двух-трех слоев и пучков, идущих в разных направлени-

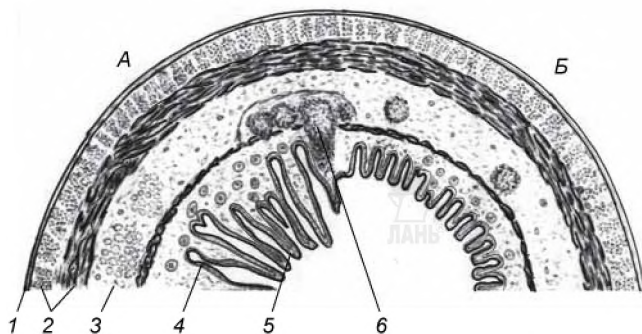


Рис. 2.2. Строение стенки пищеварительного тракта:

А — тонкая кишка, Б — толстая кишка; 1 — серозная оболочка; 2 — мышечный слой; 3 — подслизистый слой; 4 — слизистая оболочка; 5 — ворсинки; 6 — железа

ях. Сокращения мышечной ткани способствуют перемешиванию и продвижению пищи в процессе пищеварения.

Серозная ткань — внешний слой ткани части желудочно-кишечного тракта, в основном находящегося в брюшной полости.

Переработка пищи в пищеварительном тракте длится от 24 до 48 часов и состоит из четырех этапов:

1. Поступление пищи в ротовую полость, ее пережевывание, проглатывание и перемещение по пищеварительному тракту.

2. Переваривание — ферментативное расщепление полимеров до более простых веществ, в большинстве случаев до мономеров в различных отделах пищеварительного тракта. Деграция пищи осуществляется путем гидролиза с помощью ферментов пищеварительных соков. Из белков образуются аминокислоты, из углеводов — моносахариды, из жиров — обычно моноацилглицериды и жирные кислоты.

3. Абсорбция, или всасывание, — поступление простых молекул в кровотоки или в лимфу. Вода, минеральные соли и некоторые органические компоненты пищи (в том числе витамины) всасываются в кровь неизмененными. Продукты переваривания белков и углеводов всасываются в виде аминокислот и моносахаридов, продукты переваривания жиров — в виде комплекса с другими соединениями (мицеллы и хиломикроны). После всасывания они транспортируются к тканям организма и включаются в его метаболизм.

4. Экскреция, или выделение, — выведение неперевариваемой части пищи в процессе дефекации.

2.1.1. Виды пищеварения

Ферменты, участвующие в процессе пищеварения, имеют различное происхождение. В процессе собственного пищеварения большая часть представлена ферментами, вырабатываемыми железами желудочно-кишечного тракта. Симбионтное пищеварение осуществляется ферментами, выделенными симбионтами — микрофлорой толстого кишечника. В процессе симбионтного пищеварения расщепляется большая часть пищевых волокон. При этом образуются вторичные вещества, играющие значительную роль в обмене веществ. При аутолитическом типе пищеварения ферменты попадают в организм извне, в составе пищи, например, с молоком матери при грудном вскармливании.

Процесс пищеварения происходит как в полостях пищеварительного тракта (ротовой полости, желудке, тонком кишечнике) под действием ферментов секретов ЖКТ (полостное пищеварение), так и на мембране

микроворсинок тонкого кишечника (пристеночное, или мембранное пищеварение). Мембранное пищеварение, открытое в 50-х гг. прошлого века А. М. Уголевым, происходит в тонкой кишке с помощью ферментов, «встроенных» в мембраны микроворсинок или находящихся в зоне гликокаликса на их поверхности.

2.1.2. Функции пищеварительной системы

К основным функциям пищеварительной системы относятся: секреторная функция, моторная функция и всасывание.

Секреторная функция — внутриклеточный процесс образования специфического продукта (секрета), резервирование его и выделение из железистой клетки. Слюнные железы, желудок, кишечник, а также поджелудочная железа и печень, активно синтезируют секреты — слюну, желудочный, поджелудочный, кишечные соки и желчь. В целом все пищеварительные железы вместе вырабатывают около 6–8 л секрета в сутки. Большая часть этих секретов подвергается обратному всасыванию в тонком кишечнике. Количество, состав и соотношение между компонентами секрета может изменяться в зависимости от характера пищи, состава и свойств содержимого пищеварительного тракта.

Моторная, или двигательная функция осуществляется на всех этапах процесса пищеварения. В отделах пищеварительного тракта происходят различные моторные процессы, обеспечивающие процесс пищеварения. Процесс жевания и глотания является контролируемым, а следующие за ним процессы происходят произвольно — это перемешивание и передвижение содержимого, сокращение и расслабление сфинктеров и др. К моторике также относятся движения ворсинок и микроворсинок тонкого кишечника и сокращения сфинктеров. Сфинктеры (или жомы) состоят из скопления мышечных пучков и выполняют роль клапанов, разобщая отделы пищеварительного тракта, а также обеспечивая движение пищевого содержимого в определенном направлении. Так, желудочная эвакуация происходит при сокращении антральной части желудка и расслаблении сфинктера привратника (пилорический сфинктер).

Двигательная активность ЖКТ осуществляется с помощью перистальтической волны, ритмической сегментации, маятникообразных сокращений, а также мигрирующего моторного комплекса.

Перистальтическая волна состоит из волнообразных сокращений (перехват и расширение) гладких мышц пищеварительного тракта, которые способствуют продвижению его содержимого в направлении вы-

ходного сфинктера (рис. 2.3). При антиперистальтических сокращениях волна движется в обратном (оральном) направлении. При нормальном пищеварении тонкая кишка, как и желудок, антиперистальтически не сокращаются (это характерно для рвоты).

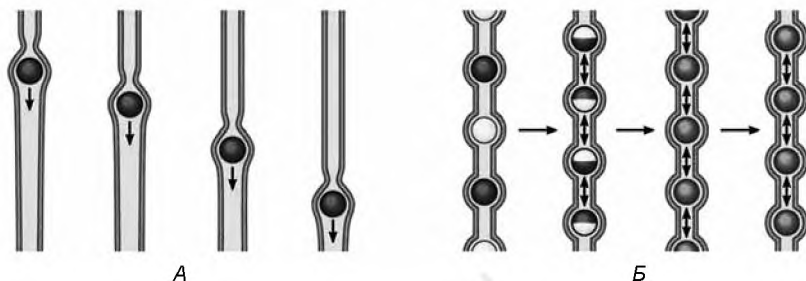


Рис. 2.3. Виды моторики:
А — перистальтика; Б — ритмическая сегментация

Ритмическая сегментация, характерная в основном для тонкого и толстого кишечника, перемешивает химус (кишечное содержимое) путем суживания просвета кишки на определенных участках. Каждым следующим сокращением образуется новый сегмент кишки, содержимое которого состоит из химуса двух половин бывших сегментов, что способствует его смешиванию с кишечными секретами.

Маятникообразные сокращения производят продольное смещение стенки кишечника относительно пищевого содержимого и перемещение химуса вперед-назад со слабыми поступательными движениями в направлении толстой кишки.

Моторная активность в межпищеварительный период называется мигрирующим моторным комплексом. Возникающие при этом сокращения обеспечивают продвижение по пищеварительному тракту остатков пищи и пищеварительных соков. Общая продолжительность цикла мигрирующего моторного комплекса составляет около 90–120 мин.

Мигрирующий моторный комплекс у здоровых людей состоит из циклически повторяющихся фаз: фазы покоя (продолжительностью около 40–60 % времени всего цикла), фазы нарастания моторной активности (20–30 %) и фазы интенсивных ритмических сокращений. Обычно во время двигательной активности в последнюю фазу возникает так называемое «урчание» в животе.

Некоторые двигательные функции ЖКТ могут быть изменены под влиянием малоподвижного образа жизни, питания рафинированной пищей, депрессии и др.

Всасывание — эта функция осуществляет перенос конечных продуктов переваривания, воды, солей и витаминов через мембрану слизистой оболочки пищеварительного тракта в основном в кровь и лимфу. Мембрана клеток состоит из двойного слоя (бислоя) липидов со встроенными белками (рис. 2.4).

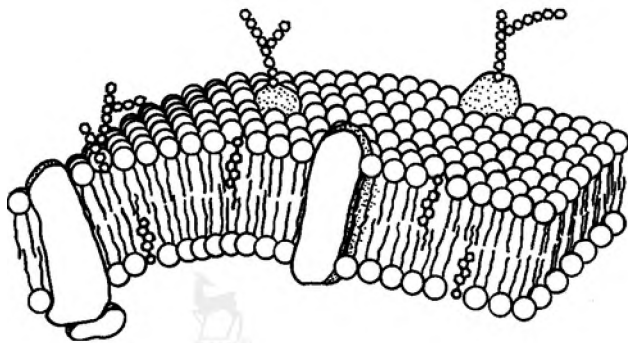


Рис. 2.4. Клеточная мембрана

Липидный бислой, как правило, непроницаем для ионов и полярных молекул. Поэтому клеточная мембрана работает как избирательный фильтр, который регулирует поступление молекул и ионов в клетку.

Механизмы транспорта питательных веществ из полости желудочно-кишечного тракта в кровь и лимфу разделяют на два типа: механизм макромолекулярного и микромолекулярного транспорта. Макромолекулярный транспорт — это перенос крупных молекул и молекулярных комплексов, в основном посредством эндоцитоза, при котором происходят конформационные изменения части мембраны с захватом вещества в клетку (рис. 2.5).

Путем эндоцитоза всасываются некоторые белковые молекулы, например лектины.

Преобладающим видом транспорта является микромолекулярный транспорт. Он обеспечивает перенос через мембраны клеток питательных веществ с небольшой молекулярной массой (мономеров и олигомеров) посредством механизмов пассивного и активного транспорта (рис. 2.6).

Пассивный транспорт включает в себя диффузию, осмос, фильтрацию, а также облегченную диффузию и идет по градиенту концентрации, т. е. из области с меньшей концентрацией вещества в область с большей его концентрацией. Путем пассивного транспорта переме-

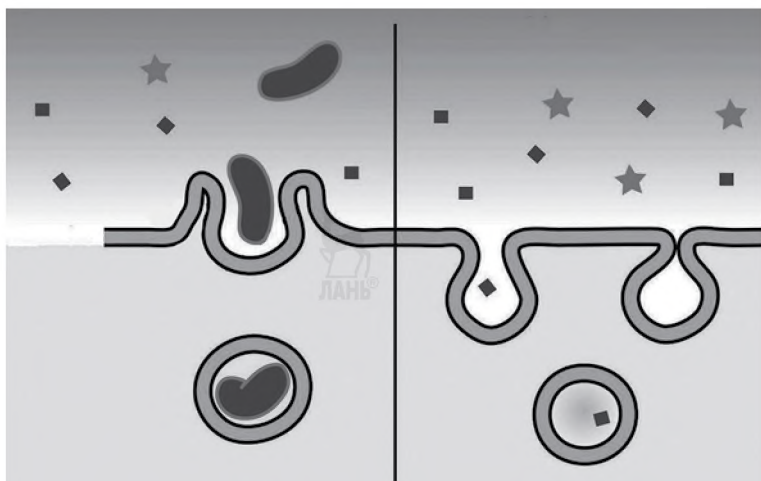


Рис. 2.5. Эндоцитоз

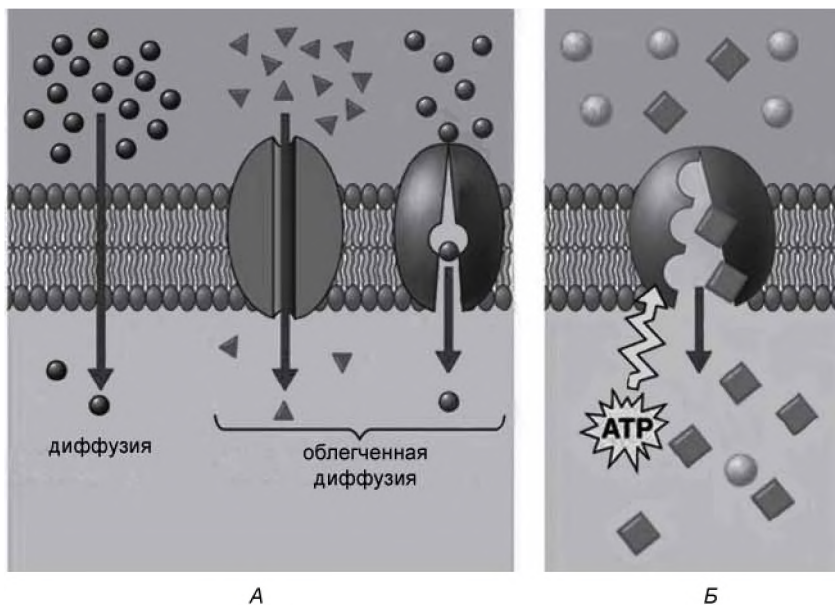


Рис. 2.6. Схема транспортных механизмов:
 А — пассивный транспорт; Б — активный транспорт

щаются вода, этанол, жирорастворимые витамины и липиды в составе мицелл, многие ионы.

Облегченная диффузия проходит с участием особых переносчиков или специализированных каналов, представляющих собой специальные белки, которые, специфически связываясь с переносимой молекулой или ионом, способствуют их переносу по градиенту концентрации. С помощью облегченной диффузии всасываются фруктоза, рибофлавин, витамин В₁₂ в комплексе с фактором Касла.

Процессы активного транспорта осуществляются в основном против градиента концентрации и происходят с использованием источника энергии — аденозинтрифосфата (АТФ) с участием специализированных белков или каналов. Путем активного транспорта происходит всасывание аминокислот, глюкозы, галактозы, кальция, железа, фолиевой кислоты, аскорбиновой кислоты и др. На процессы всасывания расходуется 30—40 % получаемой в процессах катаболизма энергии.

Всосавшиеся в тонком кишечнике вещества разносятся по организму и включаются в обмен веществ органов и тканей.

В полости рта всасывания практически не происходит ввиду кратковременного нахождения пищи. Однако некоторые фармакологические вещества (валидол, нитроглицерин) хорошо всасываются и быстро попадают в кровеносную систему, минуя кишечник и печень.

В желудке всасываются некоторые аминокислоты, небольшая часть глюкозы и воды с растворенными в ней минеральными солями, хорошо происходит всасывание растворов алкоголя.

Основные процессы всасывания питательных веществ, воды, электролитов осуществляются в тонкой кишке, где завершается гидролиз питательных веществ на микроворсинках по типу мембранного пищеварения.

В толстой кишке всасывается оставшаяся вода, в небольшом количестве могут всасываться глюкоза, аминокислоты и некоторые другие вещества. На этом основано применение так называемых питательных клизм, компоненты которых попадают в кровь, минуя печень.

На процессы всасывания влияют различные факторы:

- высокое содержание клетчатки (в том числе растворимой) значительно уменьшает всасывание;
- всасывание меняется в зависимости от химического состава пищи, которая поступила в кишечник раньше;
- некоторые микроэлементы, содержащиеся в пище, могут препятствовать всасыванию других, если они находятся в недостаточном или избыточном количестве (например, кальций, магний и

фосфор должны находиться в определенных соотношениях для лучшего всасывания);

- наличие некоторых компонентов пищи (щавелевой кислоты, фитатов) способствует образованию комплексов с рядом микро-элементов и уменьшает их всасывание;
- всасывание углеводов, жиров и белков несколько меняется в зависимости от времени суток и времени года.

2.1.3. Непищеварительные функции пищеварительного тракта

Пищеварительный тракт выполняет ряд функций, не связанных с пищеварением, основными из которых являются: экскреторная, иммунная, эндокринная, рецепторная.

Экскреторная (выделительная) обеспечивает выделение в ходе секреции многих продуктов обмена. В пищеварительный тракт попадают белковые вещества (до 60 г в сутки), которые подвергаются гидролизу, всасываются и включаются в метаболизм, мочевины в составе желудочного сока, вода и растворенные в ней неорганические соли и др. Также в пищеварительный тракт выводятся и экзогенные вещества: ряд лекарственных, токсичных веществ, попавших в кровоток.

Иммунная функция выполняет защиту организма от патогенных факторов. Данную функцию обеспечивают антибактериальные свойства слюны, желудочного сока, желчи, протеолитическая активность секретов, моторная деятельность кишечника, характерная ультраструктура поверхности слизистой оболочки тонкой кишки, препятствующая проникновению через нее бактерий, наличие лимфоидной ткани по всему ЖКТ, клетки которой секретируют иммуноглобулины всех известных в настоящее время классов.

Эндокринная функция обусловлена действием гормонов пищеварительного тракта. Гормоны и регуляторные пептиды пищеварительного тракта не только влияют на секрецию, моторику, всасывание, но и оказывают так называемые общие эффекты. Например, гастрин усиливает высвобождение инсулина, выделение почками воды, вазоактивный интестинальный пептид (ВИП) снижает тонус кровеносных сосудов с гипотензивным эффектом, тонус бронхов, секретин усиливает липолиз и гликолиз.

Рецепторная (анализаторная) функция обусловлена рефлекторной связью (через рефлекторные дуги) хемо- и механорецепторов внутренних поверхностей органов пищеварения с сердечнососудистой, выделительной и другими системами организма.

2.1.4. Регуляция пищеварения

Пищеварение у человека является психофизиологическим процессом, поэтому его регуляция обеспечивается нервно-гуморальной системой. Гуморальная регуляция осуществляется с помощью химических веществ, которые поступают из различных органов пищеварения в кровь и разносятся ею по всему организму. Нервная регуляция заключается во взаимодействии органов пищеварения с помощью нервной системы, которая включает центральную, вегетативную и внутреннюю. Нервная и гуморальная регуляции взаимно связаны и образуют единый механизм нервно-гуморальной регуляции.

Центральная нервная система (ЦНС), включающая спинной и головной мозг, осуществляет свою деятельность через гипоталамус, который представляет собой небольшую часть мозга весом около 5 г. Часть гипоталамуса, по словам И. П. Павлова, составляет пищевой центр (совокупность центра голода, центра насыщения, центра жажды).

Центры голода и насыщения, выделяемые в пищевом центре, тесно связаны между собой. Так, с уменьшением в крови питательных веществ, освобождением желудка от остатков пищи снижается активность центра насыщения и одновременно стимулируется центр голода. Это приводит к появлению аппетита и активации пищевого поведения. И наоборот, после приема пищи начинает доминировать центр насыщения. Все взаимодействия между нервными клетками ЦНС осуществляются благодаря двум механизмам: влиянию электрических полей нервных клеток и влиянию нервных импульсов.

Пищеварение в значительной степени регулируется вегетативной нервной системой. Это часть нервной системы, образованная несколькими нервами, отходящими от продолговатого мозга и от нижнего отдела спинного мозга. Она регулирует работу органов, точно приспособляя их деятельность к условиям внешней среды и собственным потребностям организма. Так, например, симпатическая нервная система угнетает интенсивность процессов пищеварения: вызывает снижение перистальтики, сокращение сфинктеров, угнетение пищеварительных секретов, в том числе поджелудочной железы, а парасимпатическая система, наоборот, стимулирует.

Желудочно-кишечный тракт имеет и собственную внутреннюю нервную систему, которая функционирует независимо от внешней вегетативной нервной системы и регулирует моторную и секреторную активность желудка и кишечника. Собственная нервная система тесно связана с гуморальными способностями пищеварительного тракта.

Регуляторные пептиды, которые вырабатываются клетками слизистой оболочки желудка, тонкого кишечника и поджелудочной железы, имеют широкий спектр физиологической активности, влияя на пищеварительные функции и вызывая общие эффекты. В настоящее время найдено более 30 пептидов, благодаря чему желудочно-кишечный тракт является крупнейшим эндокринным органом. Регуляторные пептиды включают в себя гормоны, пептидные медиаторы и факторы роста. В пищеварительном тракте они стимулируют, тормозят, модулируют секрецию, моторику, всасывание и др. (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Основные гормоны пищеварительного тракта

Наименование регуляторных пептидов	Главное место выработки	Основные физиологические эффекты
Гастрин	Желудок, двенадцатиперстная кишка	Увеличивает желудочную секрецию (главным образом HCl), усиливает моторику привратника, замедляет эвакуацию желудка
Секретин	Двенадцатиперстная кишка	Усиливает секрецию панкреатического сока и желчи; увеличивает содержание в них бикарбоната; антагонист гастрина
Холецистокинин (ХЦК)	Двенадцатиперстная кишка,	Стимулирует опорожнение желчного пузыря и секрецию панкреатического сока, богатого ферментами
Мотилин	Двенадцатиперстная кишка, тощая кишка	Усиливает моторику желудка
Желудочно-ингибирующий пептид (ЖИП)	Двенадцатиперстная кишка, тощая кишка	Тормозит секреторную активность и моторику желудка
Вазоактивный интестинальный пептид (ВИП)	Поджелудочная железа, тонкий кишечник	Стимулирует секрецию пепсиногена, тормозит секрецию соляной кислоты. Стимулирует расслабление гладкой мускулатуры некоторых сфинктеров
Бульбо-гастрон	Двенадцатиперстная кишка	Гипотетический антагонист гастрина. Тормозит секрецию соляной кислоты железами желудка
Энтеро-гастрон	Двенадцатиперстная кишка	Тормозит секреторную активность и моторику желудка
Вилликинин	Двенадцатиперстная кишка и подвздошная кишка	Стимулирует ритмические сокращения ворсинок
Пептид YY	Подвздошная кишка, толстая кишка	Тормозит секрецию желудка, усиливает секрецию гидрокарбонатов поджелудочной железой, кишечную секрецию

Наименование регуляторных пептидов	Главное место выработки	Основные физиологические эффекты
Соматостатин	Желудок, тонкая и толстая кишки, поджелудочная железа	Подавляет секрецию различных пептидов, продуцируемых в желудке, кишечнике, печени и поджелудочной железе
Энтероглокагон	Подвздошная кишка, толстая кишка	Тормозит секрецию желудка, поджелудочной железы
Субстанция Р	Желудок	Усиливает моторику кишечника, слюноотделения, секрецию поджелудочной железы
Панкреатический полипептид	Поджелудочная железа	Антагонист холецистокинина. Тормозит секрецию поджелудочной железы, стимулирует секрецию желудка
Грелин	Желудок, поджелудочная железа	Стимулирует аппетит, регулирует желудочную секрецию, секрецию инсулина

Гормоны пищеварительного тракта относятся к числу «короткоживущих» веществ (период полураспада — несколько минут). Вызываемые ими эффекты продолжаются более длительное время, причем каждый из регуляторных пептидов обычно вызывает несколько эффектов, связанных с изменением пищеварительных функций.

2.1.5. Голод, аппетит, насыщение

К физиологическим механизмам, регулирующим поступление в организм пищевых веществ, относят голод, аппетит, насыщение. Человек начинает принимать пищу по двум побудительным мотивам. Первый — чувство голода, второй — аппетит.

Голод является биологическим сигналом организма потребности в пище. Это состояние вызывается несколькими причинами — уменьшением гликогена в печени, снижением уровня глюкозы в крови, изменением уровня гормонов лептина (гормона насыщения, вырабатываемого жировыми клетками) и грелина (гормона голода, продуцируемого клетками желудка), возбуждением различных отделов ЦНС, а также рядом других факторов.

Субъективным выражением голода служат неприятные физические ощущения в желудке, иногда головокружения, головная боль и общая слабость. Внешним объективным проявлением голода является пищевое поведение, выражающееся в поиске и приеме пищи; оно направлено на устранение причин, вызвавших состояние голода.

Ответственным за контроль потребления пищи признан пищевой центр, функциональное состояние которого зависит от импульсов, поступающих с периферии от различных факторов, например состава и свойств притекающей к мозгу крови и находящейся в нем cerebro-спинальной жидкости. В зависимости от механизмов этих влияний предложено множество теорий регулирования процесса голода и насыщения.

Согласно термостатической гипотезе снижение температуры тела ниже заданного значения стимулирует аппетит, и наоборот, повышение температуры выше этого показателя — подавляет его. Низкий уровень глюкозы в крови по глюкостатической теории повышает чувство голода.

В последние годы предложены теории, связанные с деятельностью ряда гомонов. Предполагают, что гормон лептин, вырабатываемый жировой тканью, а также гормоны желудочно-кишечного тракта (глюкагон, холецистокинин и др.) действуют на гипоталамус для подавления аппетита.

Аппетит вызывает ощущение, связанное с потребностью в пище. Аппетит тесно связан с деятельностью гипоталамуса, который, получая различные сигналы — рефлексы от органов обоняния и вкуса, гормональные сигналы от гормонов лептина, холецистокинина, грелина, сигналы от концентрации пищевых веществ (глюкозы, свободных аминокислот и др.) в крови, пробуждает условные рефлексы.

Аппетит, в отличие от голода, находится под сильным влиянием сенсорных воздействий. Неприятный запах незнакомой пищи не способствует желанию ее попробовать. И наоборот, высокие вкусовые качества продуктов питания приводят к игнорированию сигналов насыщения. Одним из предпочтительных вкусов — вкус к сладкому — является врожденным. Кроме того, существует широкий спектр продуктов питания, вызывающих аппетит, например острые и пряные приправы, закуски. Именно из-за аппетита люди часто едят гораздо больше, чем необходимо для удовлетворения потребности в основных пищевых веществах, что часто приводит к перееданию и ожирению. Пищевые предпочтения часто приобретают социальное и культурное влияние, как, например, горьковатый вкус кофе или пива.

Аппетит находится под воздействием гормональных изменений, поэтому в период беременности у женщин иногда возникает тяга к определенному виду продуктов и необычным сочетаниям пищи, например рыбы с вареньем.

Различают общий аппетит — к любой пище и специализированный, или избирательный, аппетит, отражающий потребность организма

к определенному роду пищи, как предполагают, чаще к тому, который содержит недостающие организму вещества.

Аппетит способствует не только регулированию потребления определенной пищи в необходимом организму количестве, но и ее перевариванию и усвоению, возбуждая секрецию слюны и желудочного сока. Хороший аппетит свидетельствует часто о физическом и психическом благополучии. Расстройство аппетита является симптомом многих заболеваний. Уменьшение аппетита (анорексия), болезненное его усиление (булимия) или извращение наблюдаются при опухолях мозга, многих нервно-психических расстройствах, нарушении деятельности желудочно-кишечного тракта, авитаминозах, эндокринных болезнях. Потерю аппетита вызывают многие факторы, в том числе те, которые отвлекают человека от еды, стресс, страх, отрицательные эмоции.

Угасанию аппетита и появлению чувства насыщения (чувство, противоположное голоду) способствуют различные факторы — импульсы из желудка через блуждающий нерв в головной мозг, усиление секреции двенадцатиперстной кишки, синтез гормонов ЖКТ и жировой ткани лептина, грелина, холецистокинина и др. При этом возникает так называемое первичное, или сенсорное, насыщение. Интенсивность и частота импульсов желудка зависит от природы поступивших веществ, например, для белков эти показатели выше на 30—40 % по сравнению с углеводами. Первые сигналы к подавлению аппетита достигают гипоталамуса примерно через 20 мин, это лежит в основе рекомендаций диетологов есть медленно и начинать прием пищи с низкокалорийных продуктов. После всасывания в кровь и депонирования пищевых веществ возникает вторичное, обменное, или истинное, насыщение.

В насыщении существенную роль играют психологические факторы, например привычка есть мало или много, в определенное время и т. д.

2.1.6. Побочные реакции на пищу

Иногда переваривание пищевых веществ вызывает побочные реакции, которые могут значительно снижать качество жизни. Побочные реакции на пищу могут быть обусловлены различными причинами — токсическим действием, пищевой аллергией, пищевой непереносимостью.

Токсические реакции проявляются после употребления продуктов, содержащих токсические вещества. Клинические проявления и степень тяжести этих реакций зависят от химических свойств токсических

соединений и их количества. Токсины в продуктах питания могут быть естественным компонентом пищи (например, цианиды) или попадать в пищу при загрязнении (например афлатоксины). Также токсические реакции могут отмечаться при употреблении продуктов с избыточным содержанием нитратов, нитритов, сульфатов.

Отрицательная нетоксическая реакция на пищевые продукты называется пищевой гиперсенситивностью. В случае выявления действия иммунологического механизма имеет место пищевая аллергия.

Пищевая аллергия связана с нарушением переваривания белков пищи и всасывания образующихся продуктов. Обычно белки расщепляются в пищеварительном тракте до аминокислот, которые не являются антигенами (аллергенами) и не вызывают ответной иммунной реакции. Однако часть белков пищи и пептидов способно в некоторых случаях проникать в кишечную клетку в виде крупных молекул. Попадая затем в кровь, они вызывают иммунную реакцию организма, так как несут специфические признаки белка пищевого продукта.

При значительном поступлении таких продуктов возникает аллергическая реакция, которая может проявляться от легкого дискомфорта до состояний, угрожающих жизни. Чаще симптомы аллергии связывают с покраснением кожи, отеками, дерматитами, желудочно-кишечными расстройствами и т. д. Однако возможно ее проявление в виде чесотки или припухлости в глазах, носе, горле или в изменениях сердечно-сосудистой системы — боли в груди, высокое кровяное давление, ненормальный сердечный ритм.

Как правило, аллергическая реакция на пищевые продукты наступает по прошествии от нескольких минут до одного часа после употребления в пищу продукта-аллергена. Симптомы могут сохраняться в течение нескольких дней или даже недель.

Аллергические реакции могут вызвать более 70 продуктов. Основные, из них — коровье молоко и продукты из него, яйца, рыба, ракообразные (раки, креветки и др.) и моллюски (мидии, устрицы и др.), орехи (арахис, фундук и др.), шоколад, некоторые овощи и фрукты (сельдерей, киви, цитрусовые, клубника, земляника и др.).

Нарушение механизма всасывания продуктов неполного гидролиза белков пищи особенно часто наблюдается в детском возрасте. Возникновение аллергии у детей часто связано с нарушением питания матери во время беременности и лактации (злоупотребление определенными продуктами, обладающими выраженной активностью: рыба, яйца, орехи, молоко и др.); ранний перевод ребенка на искусственное кормление, заболевания ЖКТ, связанные с нарушением режима питания,

несоответствием объема пищи и соотношения компонентов возрасту ребенка и др.

Пищевая непереносимость не связана с реакцией иммуноглобулинов и может вызываться несколькими причинами: псевдоаллергической реакцией, мальабсорбцией, психогенной непереносимостью.

Псевдоаллергическая реакция возникает при приеме продуктов, богатых гистамином, тирамином, серотонином, лектинами, которые раздражают слизистую оболочку ЖКТ (некоторые сыры, сельдь, редис, сырая капуста и др.), и различных пищевых добавок, что приводит к ответной реакции. К пищевым добавкам, вызывающим псевдоаллергическую реакцию, можно отнести:

- пищевые красители: тартразин (E102), желто-оранжевый (E110), красная кошениль (E124), и др.;
- консерванты: бензойная кислота (E210), бензоаты (E 211–219), сульфиты и их производные (E220–227), нитриты (E249–252);
- вкусовые добавки: глутамат натрия (E621), глутамат калия (E622) и др.

Краситель тартразин, например, могут содержать различные продукты: жареный хрустящий картофель, окрашенный в оранжевый цвет, коврижки, пряники, глазурь, готовые смеси для приготовления теста, окрашенные газированные и фруктовые напитки, цветной зефир, карамель, хлопья из зерновых культур.

Мальабсорбция — это состояние, связанное с нарушением полостного или мембранного пищеварения, транспортных механизмов в тонкой кишке, приводящих к изменению обмена веществ. К мальабсорбции относятся дисахаридазная недостаточность (лактазная, сахаразная, изомальтазная), непереносимость моносахаридов (глюкозы, фруктозы, галактозы), нарушение всасывания аминокислот, нарушение всасывания витамина B₁₂ и фолиевой кислоты, целиакия (непереносимость глиадина) и т. д. Заболевание целиакия характеризуется повреждением ворсинок тонкого кишечника клейковинными белками пшеницы и родственных злаков — ржи, ячменя, овса. В дальнейшем, при несоблюдении диеты, может нарушиться всасывание дисахаридов, жиров, витаминов, железа, кальция и др.

Психогенная непереносимость пищи возникает как следствие стрессов и других изменений психической сферы, при этом не вызывает проявления каких-либо объективных реакций.

Для лиц, подверженных аллергиям, единственный способ сохранить качество жизни — избегать употребления в пищу продуктов-аллергенов.

Возможность некоторых продуктов проявлять аллергические реакции должны знать и учитывать работники различных отраслей пищевой индустрии. Информация о составе ингредиентов должна быть легко доступна как для продуктов, вырабатываемых пищевой промышленностью, так и для блюд, приготовляемых в общественном питании. Необходимо учитывать, что аллергены могут загрязнить безопасный в плане аллергии пищевой продукт, если, например, он производится на том же обрабатывающем оборудовании, что и продукты, содержащие аллергены, без надлежащей очистки между двумя продуктами.

2.2. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

2.2.1. Ротовая полость

В состав ротовой полости входят язык, зубы, слюнные железы. Здесь осуществляется прием пищи, анализ, размельчение, смачивание слюной и химическая обработка. Пища находится в полости рта в среднем 10–15 сек.

Язык — мышечный орган, необходимый для процессов жевания, глотания, членораздельной речи, вкусового восприятия. В языке различают кончик (передний отдел), корень (задний отдел, прикрепляющийся к подъязычной кости) и тело (средний отдел).

На поверхности языка расположены вкусовые сосочки, отвечающие за распознавание вкуса (рис. 2.7).

Желобоватые или валиковидные, листовидные (коралловидные) и грибовидные сосочки содержат вкусовые нервные окончания, а нитевидные сосочки содержат рецепторы прикосновения. На поверхности сосочков находятся вкусовые почки: группы специализированных ячеек, снабженных рецепторами. У валиковидных сосочков, расположенных ближе к корню языка, таких рецепторов — несколько сотен, у грибовидных, занимающих переднюю часть языка, — всего 3–5. Листовидные сосочки, расположенные по бокам задней части языка, содержат около 50 рецепторов.

Каждый рецептор определяет свой вкус, имея свой способ сенсорной оценки наличия определенных соединений. Соединяясь с молекулами, присутствующими в пище, например с сахарозой, они генерируют электрический импульс, который передает сигнал в центральную нервную систему.

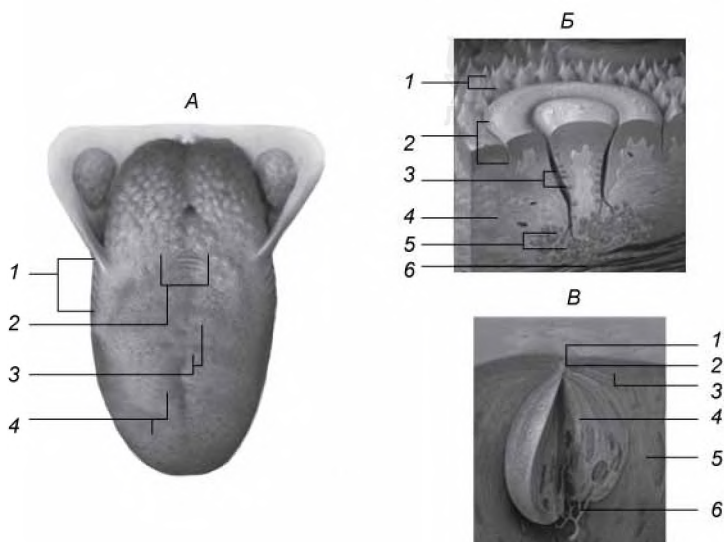


Рис. 2.7. Положение вкусовых сосочков на языке:

- А — расположение вкусовых сосочков на языке: 1 — листовидные; 2 — валиковидные; 3 — нитевидные; 4 — грибовидные; Б — расположение вкусовой почки: 1 — нитевидные сосочки; 2 — валиковидный сосочек; 3 — вкусовая почка; 4 — соединительная ткань; 5 — слюнные железы; 6 — мышечный слой; В — строение вкусовой почки: 1 — вкусовая пора; 2 — микроворсинки; 3 — эпителий; 4 — рецепторная клетка; 5 — соединительная ткань; 6 — нервные волокна

На сегодняшний день обнаружены вкусовые рецепторы, определяющие пять вкусов: соленый, сладкий, кислый, горький и умами. Умами — японское слово, буквально означающее «восхитительный вкус». Он сигнализирует о наличии в пище аминокислоты L-глутамата и нуклеотидов, таких как гуанозинмонофосфат (ГМФ) и инозинмонофосфат (ИМФ). Вкус умами иногда описывается как «мясной» вкус, однако он является общим для продуктов, которые содержат высокие концентрации L-глутамата, ГМФ и ИМФ. Наибольшие концентрации этих веществ содержатся в мясе, рыбе, морепродуктах, соевом соусе, сырах (особенно пармезане), спелых помидорах, сельдерее. Умами, как и другие виды вкуса, дает приятные ощущения в относительно узком диапазоне концентраций и зависит от наличия соли.

Ранее полагали, что различные части языка воспринимают определенные вкусы, поэтому и в настоящее время еще распространены так называемые карты языка (рис. 2.8). Сейчас установлено, что все части

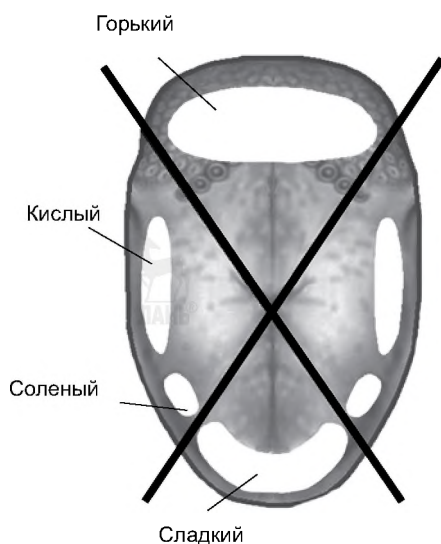


Рис. 2.8. Карта вкусовых рецепторов (в настоящее время признана ошибочной)

языка воспринимают каждый из пяти вкусов, хотя в некоторых случаях интенсивность восприятия может различаться. Существенную роль для комплексного впечатления о вкусе играет также обоняние.

Сигнал от вкусовых рецепторов влияет на секреторную деятельность желудочно-кишечного тракта (бессознательное влияние), а также используется осознанно — для получения удовольствия от еды. Благоприятно влияет на настроение сладкая пища, в то время как кислая может оказывать обратное действие.

Нитевидные сосочки, а также другие чувствительные образования дают информацию о тактильных (осязательных) ощущениях, т. е. о консистенции и текстуре пищи. Есть также рецепторы, которые воспринимают температурные ощущения.

При употреблении незрелых фруктов, чая, некоторых сортов красного вина возникает ощущение вяжущего вкуса. Появляется он за счет танинов, присутствующих в этих продуктах, которые сокращают выделение слюны, при этом человек начинает ощущать сухость или шершавость поверхности ротовой полости.

Чувствительность рецепторов падает в процессе еды, при однообразном питании, принятии холодной пищи, а также с возрастом.

Постоянное потребление вещества, имеющего какой-либо вкус, вызывает адаптацию — явление, которое происходит также с обонянием

и осязанием: с ходом времени постепенно уменьшается восприятие интенсивности стимула. Снижение вкусовой чувствительности или полное ее отсутствие могут возникнуть при дефиците ниацина и цинка в организме, при курении, алкоголизме, употреблении наркотиков, ряде заболеваний (диабет, гипотиреоз и др.). Появление металлического привкуса связано с отравлением солями ряда минеральных веществ (меди, свинца, ртути и др.), приемом некоторых лекарственных препаратов, значительном облучении организма ионизирующим излучением и др. В ряде случаев в результате заболеваний внутренних органов или нарушении обмена веществ возникает изменение вкуса. При заболеваниях желчного пузыря отмечается ощущение горечи, при заболеваниях желудка — кислоты, ощущение сладкого возникает при выраженных формах сахарного диабета.

Зубы. В ротовой полости у взрослого человека 32 зуба. Зубы необходимы для нормальной фонетики, откусывания и разжевывания пищи. Зуб состоит из коронки, шейки и корня. Зубная полость заполнена пульпой — соединительной тканью, пронизанной нервами и кровеносными сосудами. Основу зуба составляет дентин — костная ткань. Коронка зуба покрыта эмалью, а корни — зубным цементом. Тщательное пережевывание пищи зубами увеличивает ее контакт со слюной, облегчает проглатывание пищевого комка и дальнейшее переваривание.

Налет на зубах, состоящий из большого количества бактерий, может привести к кариесу, другим заболеваниям, образованию камней. Некоторые бактерии в полости рта живут за счет остатков пищи, особенно сахара и крахмала. При отсутствии кислорода они производят молочную кислоту, которая растворяет кальций и фосфор в эмали, что в дальнейшем приводит к разрушению зуба.

Изменения цвета зубов могут быть связаны с употреблением табака, алкоголя, большого количества кофе, чая, продуктов, содержащих красители, повышенным количеством меди, никеля.

Слюнные железы. В полость рта слюна выделяется тремя парами крупных слюнных желез — околоушных, подъязычных, подчелюстных и большим количеством мелких слюнных желез (губные, щечные, язычные, небные). Около 70–75 % всей слюны секретируется подчелюстной железой, околоушная железа выделяет около 20–25 %, и небольшое количество выделяется из других слюнных желез. Слюна может быть водянистой или слизистой в зависимости от вида принимаемой пищи. На отвергаемые вещества и горечи выделяется много жидкой слюны.

Слюна примерно на 98–99 % состоит из воды, оставшиеся 1–2 % включают электролиты, слизь, гликопротеины, ферменты и антибактериальные соединения. Реакция слюны — от 6,5 до 7,2.

К неорганическим веществам относятся Na, K, Ca, Mg, хлориды, бикарбонаты, фосфаты, азотистые соли, NH_3 и др. Из слюны кальций и фосфор проникают в эмаль зуба.

Органические вещества слюны главным образом представлены муцином, ферментами и антибактериальными веществами.

Слизь в слюне в основном состоит из мукополисахаридов и гликопротеидов, которые придают слюне вязкость. Слизь склеивает пищевой комок, делая его скользким и легко проглатываемым.

Ферменты слюны представлены амилазой и язычной липазой. Амилаза гидролизует крахмал до мальтозы, но вследствие непродолжительного нахождения пищи в ротовой полости полного расщепления не происходит и фермент продолжает действовать в желудке до момента инактивации кислым содержимым желудочного сока.

Язычная липаза имеет оптимум pH 4,5–5,4, поэтому она не активна в ротовой полости, но принимает участие в гидролизе жиров, в основном до диглицеридов, в кислой среде желудка. Язычная липаза играет большую роль в переваривании жиров молока у новорожденных.

Антибактериальные вещества — фермент лизоцим, белок лактоферрин, антитела, обладают бактерицидными свойствами и защищают организм от микробов, поступающих с пищей и вдыхаемым воздухом.

Слюна смачивает пищу, растворяет ее, обеспечивая восприятие вкусовых ощущений, обволакивает твердые компоненты, что облегчает проглатывание. Наличие кальция и фосфора является важной защитой от декальцинации эмали зубов в кислой среде. Слюна обладает буферной емкостью, поэтому пища с кислой или щелочной реакцией среды нейтрализуется.

Считают, что в сутки выделяется от 0,75 до 2,5 л слюны. Слюноотделение возрастает при действии обонятельных и вкусовых стимулов, а также вследствие механического раздражения крупными частицами пищи и при жевании. Усиление выделения слюны происходит также во время голода, при виде и запахе пищи, мысли о ней, при устной речи. Секрецию слюны могут тормозить напряженная физическая и умственная работа, отрицательные эмоции, непривлекательная пища и обстановка, и др.

Слюнные железы и слизистые поверхности ротовой полости выполняют также экскреторную функцию, которая заключается в выведении остаточного азота, солей тяжелых металлов, фармакологических препаратов, белков плазмы и др.

2.2.2. Глотка и пищевод

Глотка представляет собой часть пищеварительного канала длиной 11–13 см, соединяющего полость рта с пищеводом и гортанью. Основные функции глотки — продвижение пищевого комка из полости рта в пищевод и проведение воздуха из полости носа (или рта) в гортань. Таким образом, в глотке перекрещиваются дыхательные и пищеварительные пути.

Глотка участвует в акте глотания (рис. 2.9), состоящем из трех фаз:

- ротовой (произвольной, т. е. управляемой сознанием);
- глоточной (непроизвольной быстрой);
- пищеводной (непроизвольной медленной).

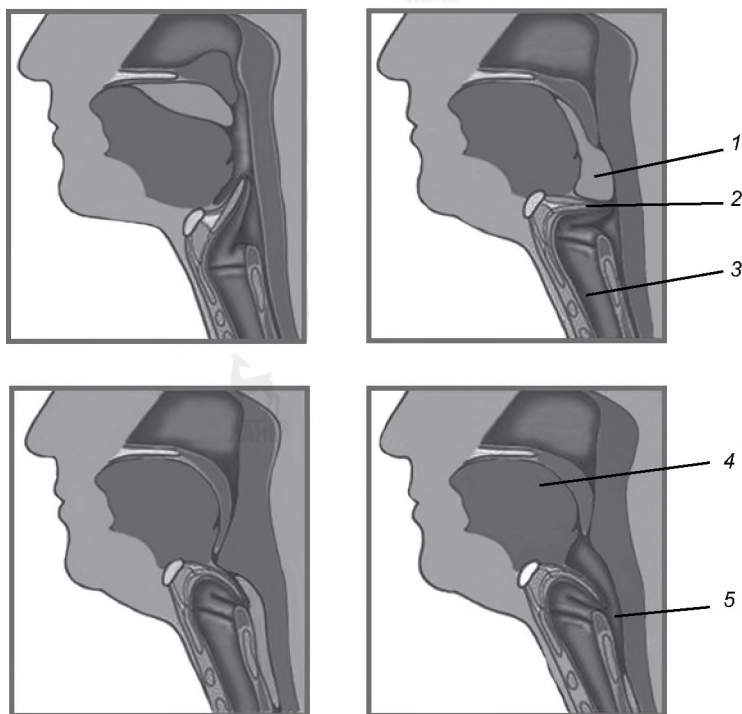


Рис. 2.9. Строение глотки и процесс глотания

1 — пищевой комок; 2 — надгортанник; 3 — трахея; 4 — язык; 5 — пищевод

Во время ротовой фазы формируется пищевой комок. Когда он касается корня языка, мышцы глотки рефлекторно сокращаются и поднимают мягкое небо, закрывая, таким образом, сообщение глотки с носовой полостью во избежание попадания в нее пищи. Во время глотательных движений, сопровождающихся подъемом гортани, хрящевая пластинка, называемая надгортанником, закрывает ее вход, что предотвращает попадание пищи в дыхательные пути, а мышцы глотки рефлекторно сокращаются и проталкивают пищевой комок вниз к пищеводу (глоточная фаза).

Человек глотает до 600 раз в сутки. В том числе 200 раз во время еды, 50 раз во время сна, 350 раз в остальное время. Большинство глотков делается бессознательно.

При разговоре, смехе во время еды, приеме сухой пищи и т. п. возможно поступление пищи в дыхательные пути, в результате чего возникает кашлевая реакция, а в отдельных случаях, особенно у детей, может быть обтурация (закупорка) верхних дыхательных путей. В слизистой оболочке глотки расположена лимфоидная ткань и миндалины, играющие важную роль в иммунной защите.

Пищевод — мышечная трубка диаметром около 2,2 см и длиной 23–30 см, соединяющая глотку с желудком. Пищевод расположен в трех анатомических областях: шее, грудной клетке и брюшной полости, в связи с чем выделяют три одноименные части. Пищевод имеет несколько физиологических сужений, которые играют роль клапанов (сфинктеров). Например, верхний пищеводный сфинктер разделяет глотку и пищевод, нижний пищеводный сфинктер — пищевод и желудок. Они открываются только при глотании или рвоте. Сфинктеры обеспечивают прохождение пищи по пищеварительному тракту только в одном направлении и препятствуют попаданию содержимого желудка в пищевод, глотку и ротовую полость.

Секрет пищевода содержит только слизь, которая предотвращает повреждение слизистой оболочки поступающей пищей в верхнем отделе пищевода и защищает нижний отдел пищевода от раздражения кислым желудочным соком, который иногда забрасывается из желудка.

Пищевод участвует в последней фазе глотания, последовательно сокращая кольцевые мышцы сверху вниз. Скорость передвижения жидкой пищи к желудку составляет 1–2 сек, твердой — 8–9 сек. При употреблении очень горячей, острой пищи, грубых, плохо пережеванных кусков возможно травматическое повреждение слизистой оболочки пищевода.

2.2.3. Желудок

Желудок — это расширенный отдел пищеварительного канала, расположенный в верхней части брюшной полости. Желудок анатомически связан с печенью (справа), селезенкой (слева), поджелудочной железой (сзади), диафрагмой и кишечником (сверху и снизу). Желудок отделен от пищевода нижним пищеводным сфинктером, а от двенадцатиперстной кишки — привратником желудка.

Функциями желудка являются депонирование, механическая и химическая обработка пищи и постепенная порционная эвакуация содержимого желудка в кишечник. Пища, находясь в течение нескольких часов в желудке, набухает, разжижается, многие ее компоненты растворяются.

Размеры желудка варьируют в зависимости от типа телосложения и степени наполнения. Объем пустого желудка составляет около 500 мл, после принятия пищи он обычно растягивается до 1,5 л, но может увеличиться и до четырех литров.

Часть желудка, прилегающая к месту входа пищевода в желудок, называется кардиальной, куполообразное выпячивание желудка — дном желудка (фундальная часть). Средняя часть, называется телом желудка, а часть, переходящая в двенадцатиперстную кишку, — привратником, или пилорической частью желудка (рис. 2.10). В желудке различают переднюю и заднюю стенки. Вогнутый край желудка называется

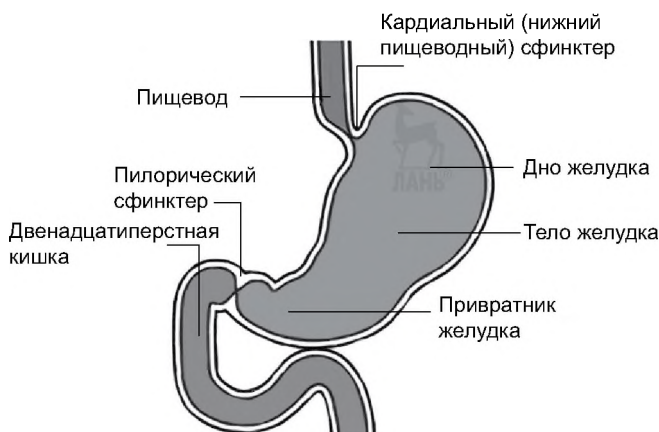


Рис. 2.10. Желудок

малой кривизной, выпуклый край — большой кривизной. Выход из желудка закрывается сфинктером привратника — кольцообразной мышцей, реагирующей на кислую среду желудка и его давление. Данный сфинктер медленно открывается, пропуская небольшие порции содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку.

Слизистая оболочка желудка имеет большое количество складок, в ямках которых располагаются железы, выделяющие желудочный сок. Различают желудочные (собственные) железы, расположенные в области дна и тела, и железы привратника (пилорические). Желудочные железы очень многочисленны и содержат клетки трех видов: главные, вырабатывающие ферменты, обкладочные, выделяющие соляную кислоту, и добавочные, выделяющие слизь.

Секреция желудочного сока находится под влиянием нервной и эндокринной систем и подразделяется на три фазы — головную, желудочную и кишечную. Фазы могут перекрывать друг друга, а также могут происходить одновременно.

Головная (цефалическая) фаза секреции запускается при мыслях о еде, запахе, виде и вкусе пищи. Сенсорные ощущения и психологическая реакция возбуждают гипоталамус, который передает сигналы в мозг. Блуждающие нервные волокна мозга стимулируют через центральную нервную систему клетки желудка, которые усиливают, в свою очередь, желудочную секрецию еще до того, как в него попадают пищевые массы. Доказательства этого получены в лаборатории И. П. Павлова в опытах на собаках с изолированным желудочком и опытах с «мнимым кормлением». Доказано, что в осуществлении сложнорефлекторной фазы желудочной секреции участвуют высшие отделы центральной нервной системы и кора головного мозга. Именно поэтому эту фазу называют иногда цефалической фазой желудочной секреции.

Наиболее значительная фаза секреции — желудочная, или нейро-гуморальная, начинается после попадания пищи в желудок. Под влиянием раздражения пищей механорецепторов желудка возникшее возбуждение достигает по чувствительным волокнам блуждающего нерва пищевого центра, и от него нервные импульсы поступают к железам желудка.

Также растяжение желудка и образующиеся продукты пищеварения запускают выделение гастрина, гистамина и ацетилхолина, которые стимулируют выделение секрета.

Заключительная фаза секреции — кишечная — запускается при попадании пищи в двенадцатиперстную кишку. В осуществлении этой фазы участвуют как нейрогенные, так и гуморальные механизмы. Кишечная

фаза обусловлена раздражением кислым желудочным содержимым рецепторов слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки, всасыванием в кровь продуктов гидролиза белков, а также гормонами — секретин, энтерогастроном и др. При осуществлении кишечной фазы возникают и тормозные влияния на железы желудка, вызванные продуктами гидролиза жиров, крахмала и регуляторными пептидами.

Секрет желудка — *желудочный сок* — бесцветная прозрачная жидкость с кислой реакцией (рН 1,5–2,0) за счет наличия соляной кислоты в концентрации 0,4–0,6 % (160 ммоль/л). За сутки у человека отделяется 1,5–2 л желудочного сока. Благодаря большому количеству сока пищевая масса, попавшая в желудок, превращается в жидкую кашицу — химус.

Главными компонентами желудочного сока являются ферменты, соляная кислота и слизь. Также клетками желудка выделяется небольшая часть бикарбонатов и секретируется внутренний фактор Касла.

Ферменты желудочного сока представлены протеазами, которые расщепляют белки до полипептидов, и желудочной липазой.

Пепсиноген — основной протеолитический фермент (оптимум рН 1,5–2,5), под действием соляной кислоты превращается в активный пепсин. Пепсин является наиболее эффективным в расщеплении пептидных связей между аминокислотами фенилаланином, триптофаном и тирозином. Существует несколько изоформ пепсина, различающихся молекулярной массой, оптимумом рН, воздействием на определенные связи в белках. Например, гастриксин (пепсин С) действует при более высоких значениях рН (3,1–3,2). У некоторых новорожденных обнаружен химозин, являющийся эндопептидазой.

Желудочная липаза имеет оптимум рН 3–6, поэтому проявляет свою активность после частичной нейтрализации желудочного сока содержимым желудка. Для действия желудочной липазы, как и для действия язычной липазы, не требуются желчные кислоты или колипаза, так как они расщепляют эмульгированные жиры. За счет данных липаз осуществляется гидролиз до 30 % липидов в организме взрослого человека. У новорожденных они имеют гораздо большее значение, обеспечивая до 50 % от общего числа липолитической активности. Желудочная липаза отщепляет только одну жирную кислоту от триглицеридов, поэтому ее действие менее эффективно по сравнению с липазами поджелудочной железы.

Углеводы пищи расщепляются в желудке только под действием ферментов, поступивших со слюной, до тех пор, пока пищевая каша полностью не пропитается желудочным соком и рН не станет кислой.

Белки пищевого содержимого расщепляются ферментами желудочного сока в зоне непосредственного контакта со слизистой оболочкой желудка и на небольшом удалении от нее, куда диффундировал желудочный сок. Постепенно химус около стенок желудка разжижается и продвигается к привратниковой части, откуда порционно переходит в двенадцатиперстную кишку. Пилорический сфинктер активно участвует в эвакуаторном процессе и в формировании поступающего в двенадцатиперстную кишку химуса. Пилорический сфинктер определяет размер эвакуируемых частиц, и если они более 1,0–1,2 мм в диаметре, то возвращает их в антральную часть желудка.

Соляная кислота желудочного сока способствует денатурации белков, активации пепсиногена в пепсин, стимулирует гормон гастрин, участвующий в возбуждении желудочной секреции, осуществляет антибактериальную функцию.

Слой **слизи**, покрывающий стенки желудка толщиной 1–1,5 мм, называемый слизистым защитным барьером желудка, состоит из гликопротеинов и протеогликанов. Он предохраняет слизистую оболочку от высококонцентрированной соляной кислоты желудочного сока, механических и химических раздражителей. Слизистый барьер при длительном контакте может повреждаться алкоголем, алифатическими кислотами (уксусная, масляная, соляная), детергентами (салициловая кислота).

Бикарбонаты (HCO_3^-) необходимы для нейтрализации соляной кислоты у поверхности слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки в целях защиты слизистой от воздействия соляной кислоты. Концентрация бикарбонатов в желудочном соке — 45 ммоль/л. Они продуцируются добавочными (мукоидными) клетками.

Внутренний фактор Касла имеет гликопротеиновую природу и необходим для поглощения в тонком кишечнике витамина B_{12} .

Влияние пищевых факторов на желудочную секрецию. Сильными стимуляторами секреции желудочного сока являются мясные, рыбные бульоны и грибные отвары, содержащие экстрактивные вещества; жареное мясо и рыба; яичный белок; черный хлеб, специи; алкоголь в небольшом количестве, щелочные минеральные воды, употребляемые во время еды и др.

Умеренно возбуждают секрецию отварное мясо и рыба, соленые и квашеные продукты, белый хлеб, творог, кофе, молоко, газированные напитки и др.

Тормозят желудочную секрецию жиры, щелочные минеральные воды, принимаемые за 60–90 мин до еды, неразбавленные овощные, фрукто-

вые и ягодные соки. Непривлекательная пища, неприятные запахи и вкус, неэстетичная обстановка, однообразное питание, отрицательные эмоции, переутомление, перегревание, переохлаждение и т. д. также отрицательно сказываются на секреции желудочного сока.

Скорость эвакуации пищи из желудка зависит от многих факторов: объема, состава и степени измельченности, величины осмотического давления, температуры и pH содержимого желудка, аппетита, с которым принималась пища, и ряда других причин.

Пища, богатая углеводами, быстрее эвакуируется из желудка, жирная пища задерживается в желудке дольше всего. Жидкости начинают переходить в кишку сразу после их поступления в желудок. Нахождение пищи, содержащей большое количество белков, зависит от степени их денатурации во время приготовления. Время полной эвакуации смешанной пищи из желудка здорового взрослого человека составляет 6–10 ч.

Поступление химуса из желудка в двенадцатиперстную кишку происходит отдельными порциями в момент рефлекторного открытия пилорического сфинктера. Причиной открытия служит накопление в химусе продуктов переваривания белков, усиление моторной деятельности желудка и раздражение пилорической части желудка наличием соляной кислоты в пищевой каше.

Нарушение пищеварения в желудке происходит при частом приеме грубой и плохо пережеванной пищи, еде всухомытку, редких приемах пищи, поспешной еде, курении, употреблении крепких алкогольных напитков, дефиците ряда витаминов. Большие количества пищи, съеденной за один прием, вызывают растяжение стенок желудка и повышенную нагрузку на сердце. Поврежденная слизистая оболочка подвергается воздействию протеолитических ферментов и соляной кислоты желудочного сока, что приводит к гастритам (воспалению) и язвам желудка.

2.2.4. Поджелудочная железа

Поджелудочная железа — железистый конусовидный орган (рис. 2.11), располагающийся позади желудка, длиной 14–20 см, массой до 100 г. Широкая часть поджелудочной железы, называемая головкой, прилегает к двенадцатиперстной кишке, далее следует тело, узкий конец — хвост — находится вблизи селезенки.

Основная часть клеток осуществляет внешнесекреторную функцию, выделяя поджелудочный (панкреатический) сок, который по выводным

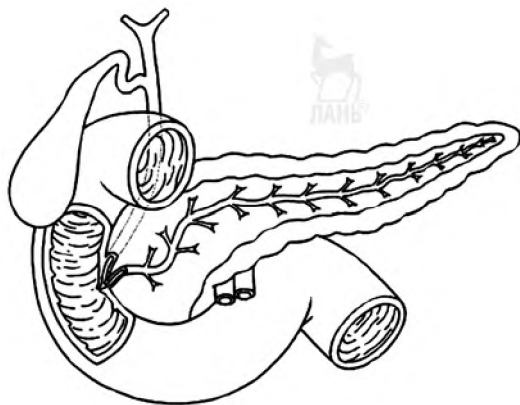


Рис. 2.11. Поджелудочная железа
(показан проток, входящий в двенадцатиперстную кишку)

протокам поступает в двенадцатиперстную кишку. Меньшая часть клеток, не имеющая выводных протоков (так называемые островки Лангерганса) имеет внутрисекреторную функцию. Островковые клетки функционируют как железы внутренней секреции, продуцируя гормоны инсулин и глюкагон, регулирующие углеводный обмен, и гормоны соматостатин, ВИП, панкреатический полипептид, грелин, регулирующие процессы пищеварения.

Панкреатический сок состоит из воды, минеральных солей и различных ферментов. Бикарбонаты повышают pH до 7,5–8,4 и необходимы для нейтрализации кислого химуса. За сутки вырабатывается около 1,5 л поджелудочного сока.

Панкреатический сок содержит предшественников протеолитических ферментов (трипсиноген, химотрипсиноген, прокарбоксипептидаза, проэластаза), панкреатическую α -амилазу, панкреатическую липазу, фосфолипазу, а также ферменты нуклеазы, осуществляющие гидролиз ДНК и РНК.

Профермент трипсиноген активизируется в кишечнике под действием фермента энтеропептидазы, присутствующего в пристеночной слизи двенадцатиперстной кишки, путем отщепления гексапептида. Образовавшийся трипсин запускает активацию других ферментов, находящихся в неактивной форме, превращая их в активные формы — химотрипсин, эластазу, карбоксипептидазу. Под действием протеаз поджелудочной железы белки расщепляются до олигопептидов и небольшого количества свободных аминокислот.

Панкреатическая липаза выделяется в активной форме, но стабилизация ее структуры происходит под действием колипазы — кофермента, активируемого трипсином. Липаза гидролизует жиры до моноглицеридов и свободных жирных кислот. Фосфолипаса, имеющая несколько изоформ, действует на различные субстраты, включая эфиры холестерина, фосфатидилхолин, эфиры жирорастворимых витаминов.

Под действием амилазы крахмал расщепляется до олигосахаридов и мальтозы.

При некоторых заболеваниях, например при панкреатите, ферменты, в первую очередь трипсин, активируются в самой железе, начиная процесс самопереваривания тканей. Одна из основных причин данного заболевания связана с чрезмерным потреблением алкоголя.

Поджелудочный сок начинает выделяться через 2–3 мин после начала приема пищи. Раздражение пищей рецепторов полости рта рефлекторно возбуждает продолговатый мозг, откуда поступают сигналы к поджелудочной железе. Дальнейшее отделение сока обеспечивается раздражением химусом слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки, соляной кислотой желудочного сока и образующимися в самой слизистой оболочке активными гормонами секретин и ВИП.

Объем выделяющегося сока и его состав зависят от количества и качества пищи. При приеме жирной пищи выделяется сок с высокой липолитической активностью, белковая пища способствует повышенной секреции протеолитических ферментов.

2.2.5. Печень

Печень — крупный железистый орган массой около 1,5–2 кг, располагающийся в правом подреберье. Печень состоит примерно из 300 млрд клеток, 80 % из которых составляют гепатоциты, участвующие в реакциях синтеза ряда веществ и реакциях детоксикации.

Печень пронизана множеством кровеносных сосудов, в которые кровь поступает из печеночной воротной вены, отходящей от кишечника и других органов (рис. 2.12).

Кровь из воротной вены насыщена различными веществами (аминокислотами, моносахаридами и др.), поступившими из тонкого кишечника. Отходит от печени кровь другого состава, освобожденная прежде всего от токсических веществ.

Помимо кровеносных сосудов в печени есть желчные протоки, которые вместе с желчным пузырем образуют желчевыводительную систему.



Рис. 2.12. Печень (показаны желчный пузырь, кровеносные сосуды и желчные протоки)

Клетки печени непрерывно вырабатывают от 500 до 1000 мл желчи. Во время пищеварения желчь по системе протоков поступает в двенадцатиперстную кишку (печеночная желчь). Между приемами пищи желчь попадает в желчный пузырь, вмещающий 40–70 мл желчи, где она хранится и концентрируется в 7–8 раз (пузырная желчь).

В состав пузырной желчи входит вода (80–86 %), соли желчных кислот (10–12 %), слизь и пигменты (3 %), фосфолипиды (1–4 %), неорганические соли (0,7 %) и холестерин (0,3–0,7 %). Цвет желчи (печеночной — золотисто-желтый, пузырной — желто-бурый) обуславливают в основном желчные пигменты: билирубин и желто-зеленый биливердин.

Значение желчи в пищеварении связано, главным образом, с желчными кислотами и заключается в следующем:

- желчь активизирует ферменты, особенно липазу поджелудочного и кишечного соков, которая в присутствии желчи действует в 5–20 раз быстрее;
- эмульгирует жиры, что способствует увеличению площади поверхности для взаимодействия с ферментами (рис. 2.13), соли желчных кислот, скапливаясь вокруг продуктов расщепления жиров (моноглицеридов и жирных кислот), образуют мицеллы, которые переходят через мембрану слизистой оболочки кишечника;

- нейтрализует кислую реакцию пищевой кашицы, поступающей из желудка;
- обеспечивает всасывание жирорастворимых витаминов, а также некоторых минеральных веществ — кальция, железа и магния;
- усиливает моторную функцию тонкого кишечника;
- обладает бактерицидными свойствами, уничтожая микроорганизмы, попавшие в тонкий кишечник;
- стимулирует продукцию гастроинтестинальных гормонов холецистокинина и секретина.

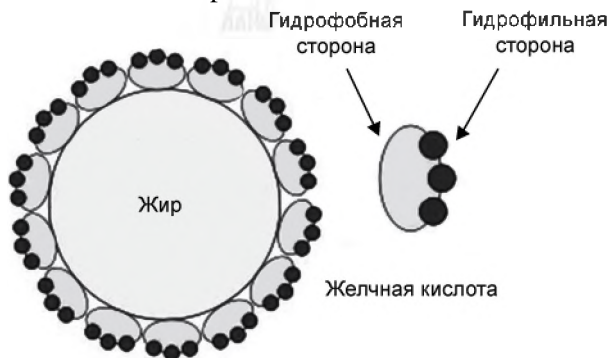


Рис. 2.13. Эмульгирование жира солями желчных кислот

Большинство солей желчных кислот (до 95 %) реабсорбируются через кишечник, транспортируются кровотоком к печени и повторно используются при секреции желчи. Этот процесс получил название кишечно-печеночной циркуляции. Часть желчных кислот, не всосавшихся в тонком кишечнике, переходят в толстый, где под действием микрофлоры преобразуются в так называемые вторичные желчные кислоты, большинство из которых снова попадают в печень. Этот цикл повторяется 6–8 раз в день. Объем желчных кислот, участвующих в обороте, составляет 2,8–3,5 г.

Несбалансированная по составу желчь может вызывать образование и отложение желчных камней в желчном пузыре или в желчных путях. Литогенные свойства желчи могут возникать вследствие несбалансированного питания с преобладанием животных жиров в ущерб растительным, нейроэндокринных нарушений, нарушений жирового обмена с увеличением массы тела, инфекционного или токсического поражения печени, гиподинамии. При нарушении оттока желчи в кишечник (камни, воспаление) часть желчи из желчных протоков по-

ступает в кровь, что обуславливает желтую окраску кожи, слизистых оболочек и белков глаз (желтуха).

Процесс образования желчи усиливается рефлекторно при наличии пищи в желудке и двенадцатиперстной кишке, а также некоторыми веществами (секретин, желчные кислоты), действующими на печеночные клетки. Тормозит желчевыделение холод, перегревание организма, гипоксия, голодание, гормоны (глюкагон и др.).

Различные пищевые вещества могут оказывать влияние на процесс желчевыделения. Усиливают выведение желчи в двенадцатиперстную кишку растительные масла, мясо, молоко, яичные желтки, клетчатка, ксилит, сорбит, теплая пища, соли магния. Неблагоприятное влияние на желчевыделение и поджелудочную секрецию оказывает избыточное потребление животных жиров, белков, поваренной соли, эфирных масел, а также быстрая еда и длительное нарушение режима питания. Очень холодная пища вызывает спазм (сужение) желчевыводящих путей, и также снижает желчевыделение.

Непищеварительные функции печени

Кроме пищеварительной функции (выделение желчи) печень выполняет множество других функций, важнейшими из которых являются метаболическая, депонирующая, барьерная, экскреторная и гомеостатическая.

Метаболическая функция. Продукты расщепления питательных веществ поступают из пищеварительного тракта через воротную вену в печень, где протекают сложные процессы обмена. Основные метаболические реакции печени:

- в углеводном обмене — синтез глюкозы из определенных аминокислот, глицерина и молочной кислоты (глюконеогенез), участие в гликогенолизе (распаде гликогена до глюкозы), гликогенезе (образовании гликогена из глюкозы);
- в липидном обмене — синтез холестерина, липопротеидов, липогенез;
- в белковом обмене — синтез большинства белков крови, синтез факторов свертывания — фибриногена и протромбина.

В печени синтезируются многие вещества (например, желчь), необходимые для функционирования других органов.

Депонирующая функция. В печени происходит накопление углеводов (например, гликогена, содержание которого может достигать 20 % массы печени), здесь также депонируются многие минеральные вещества, в том числе железо (около 15 % всего железа, содержащегося

в организме), медь, марганец, кобальт, цинк, молибден, ряд витаминов — А, D, B₁₂. Витамин А хранится в печени в течение 1–2 лет, витамин D — от 1 до 4 месяцев, витамин B₁₂ — от 1 года до 3 лет. Высвобождение их в кровь происходит по мере необходимости.

Барьерная функция. В печени осуществляется обезвреживание чужеродных и токсичных соединений, поступивших с пищей или образовавшихся в кишечнике (лекарства, алкоголь, продукты естественного метаболизма тканей, вещества, поступающие из кишечника по системе воротной вены, такие как аммиак, идол, скатол и т. п.). Детоксикация может происходить путем превращения в менее токсичные вещества с помощью ферментативных реакций разными способами. Биологический смысл данных реакций — превращение химических веществ в форму, удобную для выведения из организма.

Обезвреживание может происходить в одну или две фазы (рис. 2.14). В одну фазу, например, идет образование из аммиака, токсичного для организма, безвредной мочевины. Но в основном биохимическая трансформация токсичных соединений происходит в две фазы. В первую фазу с помощью ферментативных реакций окисления, восстановления, гидроксирования и др. образуются реакционно способные группы: -ОН, -COOH, -NH₂, -SH и др. Химические соединения, уже имеющие эти группы, сразу вступают во вторую фазу обезвреживания — реакции конъюгации — связывания активных химических групп с рядом веществ: глюкуроновой и серной кислотами, глутатионом, глицином и др. Все ферменты печени, функционирующие во второй фазе обезвреживания, относятся к классу трансфераз.

Образовавшиеся конъюгаты, а также продукты первой фазы метаболизма поступают в общий кровоток. Из крови продукты превращения в зависимости от вида, растворимости и молекулярной массы удаляются, захватываясь почками, легкими или повторно печенью для экскреции с желчью. С желчью метаболиты поступают в кишечник, где частично реабсорбируются и могут повторно поступать в печень (цикл печеночной рециркуляции).

Таким образом, печень образует постоянную защиту организма от воздействия чужеродных и токсических веществ. Однако в зависимости от состояния ее ферментативной системы, вида и количества чужеродных соединений следствием обезвреживания может стать не ослабление токсичности, а, наоборот, ее усиление, или изменение характера токсического действия вещества. Многие низкомолекулярные вещества, являющиеся факультативными (условными) аллергенами, подвергаются в организме метаболическим превращениям

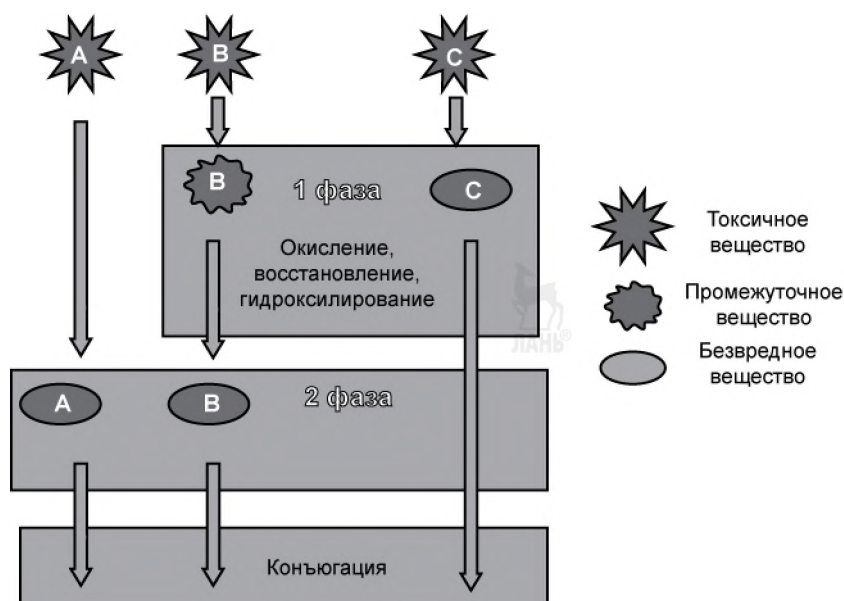


Рис. 2.14. Пути обезвреживания токсичных веществ в печени

с образованием реакционно способных промежуточных продуктов. При повторном поступлении таких веществ в организм помимо специфического действия развиваются устойчивые аллергические реакции. Иногда процесс метаболизма чужеродных веществ является пусковым звеном в развитии интоксикации. Например, в ходе биологического окисления ароматических углеводов инициируются свободно-радикальные процессы в клетках, активирующие перекисное окисление липидов биологических мембран. В итоге инициируется мутагенное и канцерогенное действие токсикантов.

Но в большинстве случаев токсичные метаболиты являются нестабильными продуктами и подвергаются дальнейшим превращениям.

Экскреторная функция. Из печени различные вещества (более 40 соединений), обычно трансформированные в печени, выводятся с желчью в кишечник или, попадая в кровь, выводятся почками. Основными веществами, выводимыми из печени, являются мочевины, образованная путем дезаминирования продуктов распада белков, индола, скатола и др., соли кальция, холестерин, продукты распада гемоглобина, продукты детоксикации.

Гомеостатическая функция. Печень выполняет важную роль по поддержанию постоянного состава крови (гомеостаза) путем синтеза, накопления и выделения в кровь различных метаболитов, а также осуществляя поглощение, трансформацию и экскрецию многих компонентов плазмы крови.

2.2.6. Тонкий кишечник

Тонкий кишечник — самый длинный отдел пищеварительного тракта, располагающийся между выходом из желудка и началом толстого кишечника. Длина тонкого кишечника колеблется в зависимости от тонуса от 2,5 до 6 м (у живого человека в среднем составляет 3 м), диаметр 3–4,5 см. Он расположена между двумя сфинктерами: пилорическим сфинктером со стороны желудка и илеоцекальным клапаном со стороны толстого кишечника.

Тонкий кишечник имеет две основные функции — расщепление химуса и всасывание полученных компонентов в кровь или лимфу. Процесс пищеварения в тонком кишечнике занимает около 3 час.

Тонкая кишка делится на три части: *двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишку*.

Двенадцатиперстная кишка является начальным сегментом тонкого кишечника, ее длина — 25–30 см, она имеет форму буквы «С». Длина **тощей кишки** составляет около 2/5, а **подвздошной кишки** — около 3/5 длины тонкого кишечника.

В двенадцатиперстной кишке происходит интенсивное перемешивание химуса с большим количеством пищеварительных соков, выделяющихся в полость двенадцатиперстной кишки поджелудочной железой, печенью и собственными железами. С помощью желчи жиры эмульгируются, что позволяет ферментам действовать более эффективно. Под действием ферментов панкреатического сока углеводы расщепляются до ди- и моносахаридов, белки — до дипептидов и аминокислот, жиры — до жирных кислот, моно- и диглицеридов.

Двенадцатиперстная кишка регулирует скорость опорожнения желудка с помощью гормонов секретина и холецистокинина, секреторируемых ее клетками в ответ на кислый химус. Данные гормоны подают сигнал печени и желчному пузырю для выделения желчи, а поджелудочной железе — для секреции бикарбоната и пищеварительных ферментов.

В тощей и подвздошной кишке происходит дальнейшее перемешивание и продвижение химуса, его расщепление, всасывание продуктов переваривания, воды и солей и эвакуация невсосавшихся продуктов пищеварения в толстую кишку.

Внутренняя поверхность большей части тонкой кишки имеет круговые складки, на которых есть выпячивания слизистой оболочки, называемые ворсинками. Высота ворсинок 0,5–1,5 мм, на 1 мм² располагаются 18–40 ворсинок. Таким образом, площадь тонкого кишечника составляет 180–250 м². В центре каждой ворсинки находится лимфатический капилляр, кровеносный сосуд и нервные окончания (рис. 2.15).

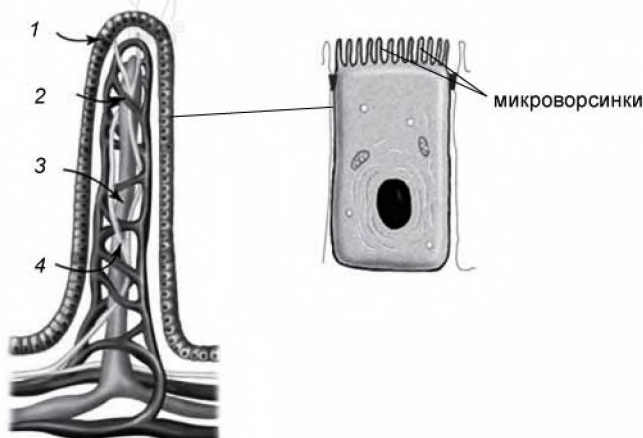


Рис. 2.15. Строение ворсинок тонкого кишечника:
1 — эпителиальные клетки (энтероциты); 2 — капилляр;
3 — лимфатический сосуд; 4 — нерв

Наиболее крупные ворсинки расположены в двенадцатиперстной кишке, в более дистальных отделах тонкого кишечника размер ворсинок уменьшается. Наиболее функционально значимыми элементами поверхности ворсинок являются энтероциты — цилиндрические клетки, осуществляющие абсорбцию. Структурная единица энтероцитов — щеточная кайма — состоит из микроворсинок (рис. 2.15).

Микроворсинки покрыты гликокаликсом (рис. 2.16), который состоит из мукополисахаридов и гликопротеинов. Толщина гликокаликса около 3 мкм, что создает дополнительную поверхность для адсорбции. В толще гликокаликса расположены ферменты, которые необходимы для окончательного гидролиза белков и углеводов.

В тонком кишечнике заканчивается процесс расщепления компонентов пищевых веществ с помощью внеклеточного, мембранного и внутриклеточного пищеварения. Внеклеточное пищеварение обеспечивает

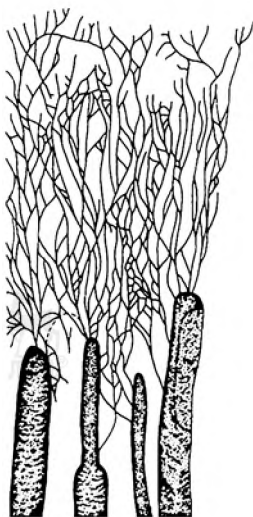


Рис. 2.16. Гликокаликс, покрывающий микроворсинки

ся ферментами, выделяемыми секреторными клетками поджелудочной железы в просвет кишечника. Внутриклеточное пищеварение обеспечивает расщепление субстратов, которые проникают через мембрану клеток, например витамин B_{12} . Мембранное пищеварение осуществляется на поверхности микроворсинок и в зоне гликокаликса ферментами, которые синтезируются кишечными клетками. Это является заключительной стадией гидролиза макромолекул.

В тонком кишечнике синтезируются около 20 ферментов, участвующих в расщеплении пищевых веществ. Главными ферментами из них являются:

- 1) ферменты, участвующие в гидролизе белков:
 - ипептидазы различной специфичности;
 - *аминопептидаза* гидролизует пептидные связи за N-концевыми аминокислотами полипептидов и олигопептидов;
- 2) ферменты, участвующие в гидролизе ди- и олигосахаридов:
 - *альфа-амилаза*;
 - *мальтаза* (альфа-глюкозидаза);
 - *сахараза* (сахароза альфа-глюкозидаза);
 - *изомальтаза* (олиго-1,6- глюкозидаза);
 - *лактаза* (бетта-галактозидаза),

- - трегалаза;
- 3) ферменты, участвующие в гидролизе жиров:
 - *кишечная липаза*;
 - *фосфолипаза* действует на фосфолипиды с образованием глицерола, жирных кислот, фосфорной кислоты и оснований, таких как холин.

Вследствие мембранного гидролиза образуются мономерные соединения — аминокислоты и моносахариды, которые всасываются в кровь. Продукты переработки жиров (свободные жирные кислоты и моноглицериды) в виде мицелл проникают путем диффузии в кишечную клетку, где отщепляются желчные кислоты, а из свободных жирных кислот и моноглицеридов синтезируются новые триглицериды, которые попадают в лимфу.

В тонком кишечнике поглощается около 9 л жидкости, большую часть которой составляют секреты пищеварительных желез. Также в тонком кишечнике всасываются большинство минеральных веществ (железо), витаминов. Витамин В₁₂ всасывается путем эндоцитоза, предварительно связавшись с белком — внутренним фактором Касла, вырабатываемым в желудке.

Двигательную и секреторную функцию тонкого кишечника повышает пища, богатая пищевыми волокнами. Также могут действовать продукты гидролиза пищевых веществ, особенно жиров (жирные кислоты), некоторые пряности, лактоза, холин и другие вещества.

2.2.7. Толстый кишечник

Толстый кишечник — конечный отдел пищеварительного тракта, является продолжением тонкого кишечника.

Общая длина толстого кишечника — 1,5–2 м, ширина в верхних отделах — 7 см, в нижних — около 4 см.

Он начинается слепой кишкой, имеющей червеобразный отросток аппендикс, затем переходит в ободочную кишку (восходящую, поперечную, нисходящую), далее в сигмовидную и заканчивается прямой кишкой (рис. 2.17).

Как и все отделы пищеварительного тракта, стенка толстого кишечника имеет продольные и кольцевые мышцы, участвующие в моторике. Перистальтические волны возникают в толстом кишечнике от одного до трех раз в день, продвигая содержимое в сторону прямой кишки.

Процесс прохождения содержимого по толстому кишечнику составляет около 16 часов. При этом всасывается оставшаяся вода, содержи-

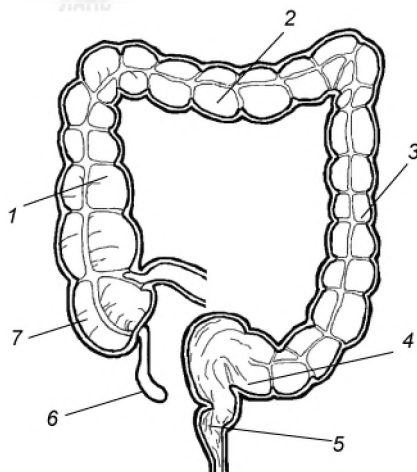


Рис. 2.17. Отделы толстого кишечника:

- 1 — восходящая ободочная кишка; 2 — поперечная ободочная кишка;
3 — нисходящая ободочная кишка; 4 — сигмовидная кишка; 5 — прямая кишка;
6 — аппендикс; 7 — слепая кишка

мое перемешивается с кишечным соком и различными бактериями — кишечной микрофлорой, уплотняется и выводится из организма. Кишечный сок содержит большое количество слизи, рН колеблется между 5,5 и 7, ферменты практически отсутствуют.

В толстой кишке содержится около 500 видов бактерий, но 99 % составляют 30–40 видов. Также небольшое количество составляют грибы и простейшие (например, кандиды, сахаромикеты, аспергиллиус и пенициллиум). Численно преобладают анаэробы — 96–99 %, факультативно-анаэробные микроорганизмы составляют 1–4 % (в том числе бактерии группы кишечной палочки). Большинство бактерий принадлежат к группе бифидобактерий и бактероидов, эшерихии и лактобактерии присутствуют в меньшей степени. Общая масса микрофлоры в желудочно-кишечном тракте взрослого человека составляет несколько сот граммов.

Микроорганизмы выполняют целый ряд функций. Под влиянием кишечной микрофлоры происходит расщепление клетчатки, которая доходит до толстого кишечника в неизмененном виде. В результате брожения клетчатка расщепляется до простых углеводов, которые частично всасываются в кровь. У человека переваривается в среднем 30–50 % клетчатки, содержащейся в пище.

Микрофлора толстого кишечника способна синтезировать ряд витаминов B_{12} и К (филлохинон).

Сравнительно недавно доказано, что микрофлора снабжает организм дополнительной энергией (6–9 %) за счет всасывания летучих жирных кислот, образующихся при брожении клетчатки.

В толстый кишечник химус поступает почти полностью переваренным, за исключением небольшого количества белков, которые были недоступны для расщепления ферментами, полиолов, резистентного крахмала, некрахмалистых полисахаридов, ряда электролитов, таких как натрий, магний, хлориды, у некоторых людей — лактозы и сахарозы, а также ряда других компонентов.

Углеводы, которые достигают толстой кишки (от 20 до 50 г в сутки), расщепляются бактериями с образованием короткоцепочечных жирных кислот — уксусной, пропионовой и масляной кислоты, которые затем всасываются методом пассивной диффузии. Короткоцепочечные жирные кислоты способствуют усвоению ряда минеральных веществ (кальция, магния, железа), росту лимфоидной ткани, синтезирующей антитела, тем самым оказывают существенное влияние на гомеостаз организма. Также короткоцепочечные жирные кислоты стимулируют перистальтику кишечника.

Другой, менее благоприятный тип брожения, связан с расщеплением белковых веществ, не всосавшихся в тонкой кишке, при этом могут образовываться токсины и канцерогены (индол, скатол, фенол и др.), которые поступают в кровь и обычно должны обезвреживаться в печени. Иногда избыточное потребление белка, а также нерегулярное опорожнение кишечника могут быть причиной самоотравления организма.

Часть бактериальной микрофлоры синтезирует газы в среднем от 0,5 до 1,5 л в день, что составляет примерно 10 % от газов, попадаемых из воздуха во время принятия пищи. Избыточное скопление газов в кишечнике (в 5–10 раз превышающее нормальный уровень) — метеоризм — проявляется вздутием живота, пучением, флатуленцией (выделением). В основном это смесь водорода, углекислого газа, соединенный серы, метан.

Метеоризм могут вызвать различные продукты — горох, чечевица, лук, капуста, сельдерей, яйца, некоторые заменители сахара, например сорбитол, газированные напитки и др. Основными компонентами пищи, способствующими выделению газов, являются олигосахариды рамноза и стахиоза, которые попадают в толстый кишечник практически не расщепленными. Считают, что противодействовать образованию кишечных газов может ряд специй, в первую очередь это тмин, кориандр, куркума, пробиотики (кефир, йогурт), активированный уголь. Метеоризм у людей, страдающих непереносимостью лактозы и аллергией на молочный белок, могут вызвать молочные продукты.

Производство кишечного газа является нормальным функционированием пищеварительной системы, однако избыточное его количество может являться признаком некоторых заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Функции толстого кишечника находятся в прямой зависимости от возраста, состава потребляемой пищи, лекарств, некоторых заболеваний (депрессии и др.). Так, с увеличением возраста уменьшается активность двигательной, секреторной и других функций толстого кишечника.

Отруби, хлеб из муки грубого помола, фрукты, листовые овощи, бобовые повышают двигательную функцию, а рафинированные продукты, такие как белый хлеб, сыр, творог, макароны, напитки, содержащие кофеин и алкоголь снижают ее.

Применение антибиотиков (как по назначению врача, так и попавших в организм вместе с мясом животных) может изменить количество и соотношение видов кишечной микрофлоры с увеличением патогенных микроорганизмов. При этом снижается способность микрофлоры к брожению углеводов, метаболизму желчных кислот, возможна диарея. В настоящее время для регулирования и восстановления нормальной микрофлоры широко используют пробиотики.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные этапы процесса пищеварения.
2. В каком участке ЖКТ происходит симбионтное пищеварение?
3. Дайте определение понятию «мигрирующий моторный комплекс».
4. Какие виды транспортных механизмов вы знаете?
5. Какие вещества всасываются в желудке?
6. Как регулируются процессы пищеварения?
7. Назовите основные гормоны ЖКТ.
8. Какие гормоны участвуют в проявлении чувства голода?
9. Что такое первичное и вторичное насыщение?
10. Назовите причины пищевой непереносимости.
11. Какова роль вкусового восприятия пищи?
12. Что входит в состав желудочного сока?
13. Назовите фазы желудочной секреции.
14. Как происходит переваривание пищи в желудке?
15. Перечислите основные функции печени.
16. Какова роль микроорганизмов толстого кишечника?
17. Назовите гидролитические ферменты, участвующие в пищеварении.
18. Назовите источники короткоцепочечных жирных кислот.
19. Какие продукты гидролиза пищевых веществ всасываются в кровь?

ГЛАВА 3



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

3.1. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

Метаболизм, или обмен веществ, — совокупность химических процессов, которые возникают в живом организме для поддержания жизни. Обмен веществ непрерывно протекает во всех клетках, тканях и системах организма и обеспечивает поддержание жизнедеятельности и сохранения постоянства внутренней среды (гомеостаз). В результате обменных процессов образуются вещества, необходимые организму для построения клеток и тканей.

Посредством обмена веществ обеспечивается поступление в организм энергии, необходимой для жизнедеятельности (энергетический обмен), возмещается потеря органических веществ, участвующих в процессах синтеза (пластический обмен), удовлетворяется потребность в витаминах (обмен витаминов) и минеральных веществах (минеральный обмен), восстанавливается потеря воды (водный обмен), организм освобождается от токсичных веществ (обмен ксенобиотиков).

Обмен веществ состоит из двух противоположных, протекающих одновременно процессов — ассимиляции и диссимиляции.

Ассимиляция (анаболизм) — это совокупность химических реакций, направленных на синтез составных частей клеток и тканей.

В результате анаболизма из питательных веществ, поступающих в клетку, строятся свойственные организму белки, жиры, углеводы,

которые, в свою очередь, идут уже на создание новых клеток, тканей и органов, которые используются для роста, развития и жизнедеятельности организма, например, рост и минерализация костей, формирование белка из аминокислот, увеличение мышечной массы. При анаболизме происходит запасание энергии химических связей в органических молекулах (гликогене и триглицеридах).

К анаболическим процессам относятся также синтез молекул РНК и репликацию ДНК.

Диссимиляция (катаболизм) — процесс метаболических путей распада веществ с образованием энергии.

В катаболизме можно выделить три этапа.

На первом этапе — большинство органических молекул, таких как белки, полисахариды, липиды, нуклеиновые кислоты и расщепляются на более мелкие единицы — аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты (или моноглицериды) и нуклеотиды, соответственно.

На втором этапе полученные мономеры используются или для синтеза новых полимерных молекул (например, аминокислоты используются для синтеза белков, а жирные кислоты используются для синтеза липидов организма) или превращаются в более простые соединения. Так, например аминокислоты в процессе окислительного дезаминирования превращаются в кетокислоты с выделением аммиака, глицерин — через превращение в фосфотриозу преобразуется в ацетил-кофермент А (ацетил-СoА), жирные кислоты в ходе бета-окисления также превращаются в молекулы ацетил-СoА. Все эти промежуточные продукты процесса диссимиляции наряду с образующимися моносахаридами вовлекаются в общий путь катаболизма веществ в организме.

На последнем этапе катаболизма ацетил-СoА и кетокислоты вовлекаются в цикл Кребса, где происходит полное окисление промежуточных продуктов с образованием CO_2 и атомов водорода, поступающих в дыхательную цепь. При переносе водорода на кислород образуется вода. Этот процесс сопровождается выделением энергии, которая запасается в связях АТФ в реакциях окислительного фосфорилирования.

Аммиак, образующийся при диссимиляции аминокислот, вовлекается в орнитиновый цикл, где превращается в мочевину.

Энергия АТФ, полученная в ходе данных реакций катаболизма, затрачивается потом на химические реакции синтеза в процессах анаболизма.

Промежуточные продукты реакций катаболизма (диоксид углерода (примерно 230 мл/мин), оксид углерода (примерно 0,007 мл/мин), мочевина (около 30 г в сутки), ряд азотсодержащих веществ (6 г/сутки)

и вода (350 мл/сутки), выводятся из организма в составе мочи, кала, пота, через легкие и т. д.

Процессы ассимиляции и диссимиляции согласованы между собой и образуют целостную систему, обеспечивающую обмен веществ и, следовательно, сущность жизни.

У взрослого человека в нормальных условиях процессы синтеза и распада уравновешены. Однако в различные возрастные периоды могут преобладать процессы или анаболизма, или катаболизма.

Так, в возрасте примерно до 20 лет, когда процессы роста и развития еще не завершены, обмен веществ характеризуется преобладанием процессов ассимиляции. В возрасте от 20 до 40 лет отмечается некоторое равновесие этих процессов, от 40 до 60 лет скорость ассимиляции начинает замедляться, при этом происходит накопление жиров в организме, а после 60 преобладают процессы распада (диссимиляции).

3.2. ЭНЕРГОТРАТЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Энергетические затраты организма человека включают несколько видов суточного расхода энергии — это энергия, необходимая для основного обмена, энергия для метаболических процессов, связанных с потреблением пищи (пищевой термогенез), энергия для восполнения физических затрат и энергия, необходимая для синтеза новых тканей в процессе роста и беременности, а также синтеза молока в период лактации.

3.2.1. Основной обмен

Основной обмен — это энергия, которая затрачивается на работу внутренних органов (поддержание уровня жидкости в тканях, работу сердца, почек, органов дыхания и т. д.), поддержание постоянства температуры тела, обеспечение необходимого мышечного тонуса. Больше всего энергии затрачивается на работу печени и мышц (табл. 3.1.)

Величина энергии основного обмена (ВОО) определяется в состоянии покоя, лежа, натощак (последний прием пищи за 14–16 ч до обследования), при температуре воздуха 20 °С. Кроме того, должны быть устранены факторы, которые могут вызвать физическое или психическое возбуждение. Энергия основного обмена — это наибольшие затраты организма в общем расходе калорий для каждого человека около

Таблица 3.1. Потребность в энергии различных органов

Наименование органа	Потребность, %
Печень	26
Головной мозг	18
Сердце	9
Почки	7
Мышцы	26
Другие органы	14

70 %. ВОО индивидуальна и зависит не только от возраста, пола, но и от конституционных особенностей человека, от состояния центральной нервной системы, функции эндокринных органов и некоторых других параметров.

Основной обмен стандартного мужчины (возраст 30 лет, вес 70 кг) составляет примерно 1650 ккал, стандартной женщины (возраст 30 лет, вес 55 кг) — 1250 ккал. В условиях голодания интенсивность процессов обмена может падать ниже стандартного значения. У детей основной обмен в 1,5–2,5 раза выше в расчете на килограмм массы тела, чем у взрослых, и тем в большей степени, чем меньше возраст.

У людей, постоянно испытывающих большие физические нагрузки, основной обмен заметно выше (до 30 %).

Энерготраты основного обмена зависят от роста, массы тела и т. д. Стрессовые состояния и гиперфункция щитовидной железы повышают основной обмен иногда до значительных величин. Климатические условия также могут повлиять на ВОО. У людей, которые живут в чрезвычайно жарких или очень холодных условиях, величина основного обмена увеличивается на 5–20 %. Причем изменение температуры в сторону охлаждения приводит к большему усилению обмена веществ, чем сдвиги в сторону повышения температуры.

ВОО может быть рассчитана с помощью различных формул, которые выведены на основании многочисленных инструментальных измерений.

В среднем ВОО составляет 1 ккал на 1 кг массы тела в 1 час для мужчин и 0,9 ккал — для женщин. У мужчин с массой тела 70 кг основной обмен составляет около 1700 ккал, у женщин с массой тела 55 кг — около 1300 ккал в сутки.

Однако такой расчет является не совсем верным для лиц с избыточным или недостаточным весом, кроме того, здесь не учтены индивидуальные особенности человека — рост, вес, возраст и др.

На настоящий момент самой точной формулой считается формула Миффлина—Джеора, выведенная в 1990 г.:

$$\text{женщины: } P = 9,99 \times M + 6,25 \times P - 4,92 \times G - 161;$$

$$\text{мужчины: } P = 9,99 \times M + 6,25 \times P - 4,92 \times G + 5,$$

где M — масса тела (кг); P — рост (см); G — возраст (годы).

Ранее использовалась формула Харриса—Бенедикта, которая была создана в 1919 г. Но в связи со значительным изменением образа жизни людей в последнее столетие она считается недостаточно точной (погрешность составляет около 5 %):

$$\text{женщины: } 655,1 + 9,6 \times M + 1,85 \times P - 4,68 \times G;$$

$$\text{мужчины: } 66,47 + 13,75 \times M + 5,0 \times P - 6,74 \times G,$$

где M — масса тела (кг); P — рост (см); G — возраст (годы).

Есть также формулы, учитывающие процент мышечной массы в теле, так как именно мышечная масса напрямую влияет на уровень метаболизма.

Для расчета суточной потребности калорий величина основного обмена умножается на коэффициент физической активности со значениями от 1,4 до 2,5 в зависимости от уровня активности человека.

Основной обмен может быть измерен путем подсчета тепла, образующегося в результате биохимических реакций в организме путем прямой и непрямой калориметрии. В первом случае измеряются потери тепла в специально оборудованном помещении — калориметрической камере. По методу непрямой калориметрии с помощью специальной регистрирующей аппаратуры вычисляют дыхательный коэффициент — отношение между количеством выделяемого углекислого газа и количеством поглощенного кислорода. Измерения проводят после пробуждения утром, натощак, через 12–14 ч после последнего приема пищи.

3.2.2. Пищевой термогенез

Пищевой термогенез (специфически-динамическое действие пищевых веществ, термогенное действие пищи) — это расход энергии на сложные энергетические процессы, необходимые для расщепления поступивших в желудочно-кишечный тракт пищевых веществ и всасывания образовавшихся компонентов и дальнейших метаболических реакций. Величина основного обмена при смешанном питании повышается в среднем на 6–10 % в сутки.

Пищевые вещества обладают разной способностью повышать основной обмен (рис. 3.1).

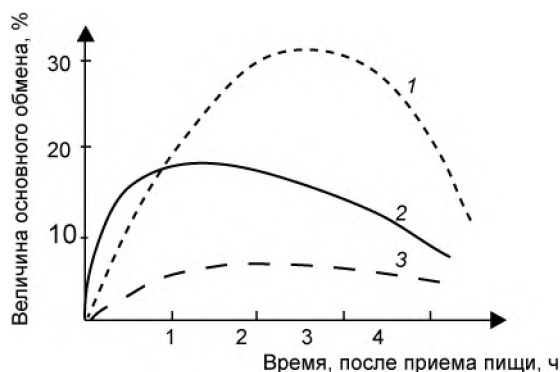


Рис. 3.1. Изменение уровня основного обмена после употребления различных видов пищи:
1 — белки; 2 — углеводы; 3 — жиры

Белки требуют значительных затрат на расщепление и всасывание, поэтому расход энергии может повышаться до 35 %. При сбалансированном питании на белки приходится примерно 15 % от ВОО. Жиры увеличивают основной обмен только на 2–5 %, а углеводы — примерно на 5–15 %. Повышенный расход пищевого термогенеза белков связан с метаболическими процессами дезаминирования, глюконеогенеза, синтеза новых белков, синтеза мочевины и др., углеводов — с процессами синтеза гликогена в печени и мышцах, а также липогенеза. Небольшое увеличение ВОО для липидов связано с меньшими энергетическими затратами для гидролиза и липогенеза. Пищевой термогенез зависит от вида компонентов пищи: белки мяса с повышенным количеством фенилаланина и тирозина (предшественники гормонов тироксина и катехоламина) имеют более высокие величины по сравнению с казеином и соевыми белками, фруктоза и сахароза — больше, чем глюкоза и крахмал, моно- и полиненасыщенные жирные кислоты больше, чем насыщенные.

ВОО повышается после приема алкоголя на 10–30 %, что связано с его дальнейшим обязательным окислением.

После приема пищи расход энергии увеличивается в течение примерно 4–8 ч, и метаболическая активность может подняться до 40 %.

ВОО начинает повышаться уже через 1 ч после приема пищи, достигая максимальных значений в следующие 2–3 ч, а затем постепенно уменьшается. В зависимости от индивидуальных особенностей организма процесс этот может продолжаться в течение 12 ч, а в случае потребления большого количества белка — достигать 18 ч.

3.2.3. Физическая работа

Физическая (мышечная) работа является главным фактором, влияющим на суточные энерготраты. Величина расхода энергии на мышечную деятельность зависит от интенсивности производственной и домашней работы, особенностей отдыха.

Для определения энергетических затрат можно использовать различные лабораторные или расчетные методы.

- Метод прямой калориметрии, основанный на измерении тепла, которое выделяет организм при различных видах деятельности. Для этой цели используют калориметрическую камеру, в которой определяют количество тепла, выделенного человеком при выполнении определенного вида работы.
- Метод непрямой калориметрии заключается в том, что окислительные процессы, происходящие в организме, связаны с потреблением кислорода и выделением углекислоты. С этой целью вычисляют дыхательный коэффициент — отношение между количеством выделяемого углекислого газа и количеством поглощенного кислорода в 1 мин. Дыхательный коэффициент указывает на тип пищевых продуктов, использованных в обмене веществ. При окислении глюкозы потребление кислорода равно выделению диоксида углерода, т. е. дыхательный коэффициент равен 1. У жиров данный показатель составляет 0,7, у белков — 0,81. По величине дыхательного коэффициента, пользуясь специальной таблицей, находят величину энергетического эквивалента кислорода, а затем вычисляют количество израсходованной энергии в единицу времени. Определяя расход энергии в состоянии покоя и при выполнении той или иной работы, по разности полученных величин находят затраты энергии на выполнение работы.
- Метод алиментарной энергометрии (калориметрии) основан на положении стабилизации массы тела у взрослого человека в условиях соответствия энергозатрат калорийности принимаемой пищи (физиологические колебания массы тела в пределах

300 г в расчет не принимаются). Если калорийность рационов питания превышает энергозатраты, то масса тела нарастает, и наоборот. При данном методе проводится ежесуточное лабораторное определение калорийности принятой пищи и регистрация массы тела.

Табличные методы:

- хронометражно-табличный метод, при котором точно учитывается время, затрачиваемое на выполнение той или иной работы. Для хронометража суточной деятельности необходимо в режиме реального времени (или при воспроизведении, например, за прошедшие сутки) последовательно зафиксировать все виды деятельности и время, затраченное на данную деятельность, и перевести значения в соответствующие энерготраты, предварительно рассчитав ВОО в час. Если затраты энергии в условиях основного обмена составляют в среднем 1 ккал на 1 кг веса в час, то при отдыхе сидя — 1,2 ккал/кг/ч, при записи лекции 2,0 ккал/кг/час и т. д. (табл. 2.1);

Таблица 2.1. Коэффициент физической активности различных видов деятельности

Вид деятельности	Мужчины	Женщины
Сон	1,0	1,0
Лежачее положение, отдых сидя	1,2	1,2
Душ	1,8	1,8
Прием пищи	1,5	1,5
Ходьба:		
медленная	1,6	3,0
в среднем темпе	3,2	3,4
в быстром темпе	3,5	4,0
Поездка в транспорте	1,7	1,7
Приготовление пищи	2,2	2,2
Хозяйственные работы по дому	3,3	3,3
Чтение, учеба (дома)	1,6	1,6
Занятие на семинаре	1,8	1,8
Перерыв между занятиями	2,8	2,5
Составление реферата, запись лекции	2,0	2,0
Выполнение лабораторной работы	2,6	2,6
Занятие спортом:		
умеренное	5,7	4,6
интенсивное	7,5	6,6

- метод определения энерготрат с учетом коэффициента физической активности и величины основного обмена заключается в умножении коэффициента физической активности (КФА), соответствующего определенному виду деятельности, на величину основного обмена (ВОО). Можно пользоваться КФА для различных профессий в зависимости от того, в какую группу интенсивности труда они включены. В зависимости от КФА все мужское трудоспособное население дифференцировано на 5 групп:
 - ♦ *I группа* — очень легкая физическая активность, КФА = 1,4 (работники умственного труда, студенты, педагоги);
 - ♦ *II группа* — легкая физическая активность, КФА = 1,6 (работники сферы обслуживания, врачи, продавцы);
 - ♦ *III группа* — средняя физическая активность, КФА = 1,9 (слесари, водители грузового транспорта, овощеводы);
 - ♦ *IV группа* — высокая физическая активность, КФА = 2,2 (строительные рабочие, грузчики, металлурги-литейщики);
 - ♦ *V группа* — очень высокая физическая активность, КФА = 2,4 (механизаторы, шахтеры, каменщики) (более подробный список профессий указан в приложении 9).

Женщины, в зависимости от энерготрат, разделены на 4 группы (5-я отсутствует).

Если обобщить все виды энергозатрат (на основной обмен, переваривание пищи, мышечную деятельность), то среднеэнергетический обмен в сутки будет выглядеть следующим образом:

Пол	Среднеэнергетический обмен (ккал/сутки)	
	физическая работа	умственная работа
Мужчины	2600–3300	2100–2450
Женщины	2200–2600	1800–2000

Умственный труд характеризуется незначительными затратами энергии и повышает основной обмен в среднем на 2–16 %. Однако в ряде случаев различные виды умственного труда сопровождаются мышечной деятельностью, поэтому энергетические затраты могут быть значительно выше. Пережитое эмоциональное напряжение может вызывать увеличение основного обмена на 10–20 % в течение нескольких дней.

3.2.4. Энергетический баланс

Энергетический баланс — соотношение между расходом энергии организмом человека и поступлением ее за счет пищи.

Различают 3 вида энергетического баланса:

- *энергетическое равновесие* — расход энергии соответствует ее поступлению, такой вид баланса является физиологичным для здорового взрослого человека;
- *отрицательный энергетический баланс* — расход энергии превышает энергопоступление. Наблюдается при различных видах голодания и характеризуется мобилизацией всех ресурсов организма на продукцию энергии для ликвидации энергетического дефицита. При этом все пищевые вещества, в том числе белок, используются как источник энергии. На энергетические цели расходуется не только белок пищи, но и белок собственных тканей организма, что приводит к возникновению белковой недостаточности. Недостаточное по энергоценности питание ведет к нарушению обмена веществ, уменьшению массы тела, снижению работоспособности и т. д. В последние годы установлено, что при сниженной массе тела возрастает риск смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Согласно современным данным, отрицательный энергетический баланс рассматривается как единый комплекс белково-энергетической недостаточности;
- *положительный энергетический баланс* характеризуется превышением энергетической ценности пищевого рациона над расходом энергии. Этот вид баланса является физиологичным для детей, беременных, кормящих женщин и т. д. Энергетически избыточное питание является главным фактором возникновения *избыточной массы тела и алиментарного ожирения*. Избыточная масса тела характеризуется отложением избыточного жира в организме и увеличением индекса массы тела (ИМТ) до показателя 25–29,9, увеличение ИМТ свыше 30 является ожирением. Ожирение по выраженности классифицируется на 3 степени: I степень — при ИМТ — 30,0–34, II степень — 35–39,9, III степень — 40 и более.

В настоящее время в экономически развитых странах распространенность избыточной массы тела составляет 50 %, а ожирения — 15–25 %. Следствием выраженного ожирения является нарушение функций некоторых органов и систем организма. Кроме того, ожирение является фактором риска и способствует раннему проявлению и прогрессированию атеросклероза и ишемической болезни сердца, сахарного диабета 2-го типа, артериальной гипертензии, желчнокаменной болезни и ряда других заболеваний.

3.2.5. Энергетическая ценность пищевых продуктов

Энергетическая ценность, или калорийность, — это количество энергии, высвобождаемой в организме человека из продуктов питания в процессе пищеварения, при условии ее полного усвоения. Энергетическая ценность продукта измеряется в килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж) в расчете на 100 г продукта. Максимальный коэффициент энергетической ценности с учетом средней усвояемости — у жиров (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Коэффициенты энергетической ценности основных пищевых компонентов с учетом их средней усвояемости

Компонент пищи	Энергетическая ценность, кДж/г	Энергетическая ценность, ккал/г
Жиры	39	9,0
Алкоголь	26	7,0
Белки	17	4,0
Углеводы	17	4,0
Органические кислоты	13	3,0
Сахароспирты, за исключением эритрита	10	2,4
Эритрит	0	0
Пищевые волокна	8	2

Органические кислоты вносят несущественный вклад в калорийность пищевых продуктов ввиду низкого содержания, и их значениями часто пренебрегают. Алкоголь, хоть и имеет значительную величину энергетической ценности — 7 ккал, не является продуктом, входящим в повседневный рацион.

В настоящее время в ряде стран учитывается и энергетическая ценность пищевых волокон, равная 2,0 ккал. В России данный показатель принят в соответствии техническим регламентом Таможенного союза.

По энергетической ценности пищевые продукты делятся на 4 группы:

- 1) особо высокоэнергетические: масло, шоколад, жиры, халва — 400–900 ккал;
- 2) высокоэнергетические: мука, крупа, макароны, сахар, сыры, колбасы — 250–400 ккал;
- 3) среднеэнергетические: хлеб, мясо, творог, яйца, — 100–250 ккал;
- 4) низкоэнергетические: молоко, рыба, картофель, овощи, фрукты, пиво, белое вино — до 100 ккал.

Калорийность пищевых продуктов зависит как от входящих в его состав компонентов, так и от содержания влаги. Если продукт содержит много жиров и углеводов и мало влаги, калорийность его будет высокой, например шоколад. Продукты с большим содержанием влаги, например фрукты, хотя и содержат сахара в своем составе, имеют маленькую калорийность ввиду незначительного содержания сухих веществ.

3.3. ПОТРЕБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В ЭНЕРГИИ И НОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ

Потребность человека в энергии зависит от пола, возраста, характера труда, климатических особенностей, коммунального комфорта, занятий спортом и т. д.

Потребность энергии у женщин на 10–15 % ниже, чем у мужчин. С возрастом энерготраты снижаются. Если суточную потребность в энергии в возрасте 20–39 лет принять за 100 %, то она снизится на 5 % в 40–49 лет, на 10 % — в 50–59 лет, на 20 % — в 60–69 лет, на 30 % — в 70–79 лет. Чем тяжелее физический труд и больше нервно-психическая нагрузка, тем выше потребность в энергии. В условиях холодного климата, особенно при работе на открытом воздухе, потребность в энергии на 5–15 % выше, чем в умеренном климате. В южных районах потребление энергии снижается примерно на 5 %.

Экспертами Всемирной организации здравоохранения (2002) даны рекомендации по потреблению макронутриентов в целях профилактики массовых алиментарных заболеваний, представленные в табл. 3.3.

По принятым в России физиологическим нормам питания в пищевом рационе здорового среднего человека за счет белков, жиров и углеводов должно обеспечиваться соответственно 12, 30 и 58 % суточной энергоценности рациона.

Потребности организма в жирах, белках и углеводах зависят от минимального количества каждого из этих компонентов, которые необходимы в связи со специальными функциями и не могут быть восполнены за счет других веществ, а также от потребностей организма в энергии.

В лечебном и лечебно-профилактическом питании энергетические квоты пищевых веществ могут значительно отличаться от приведенных величин, рекомендуемых для рационального питания.

Таблица 3.3. Ориентировочные нормы потребления макронутриентов к энергетической ценности суточного пищевого рациона, %

Макронутриенты	Вклад в калорийность рациона, %
Белки	10–15
Жиры (общее количество), в том числе:	15–30
насыщенные жирные кислоты	менее 7
полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в том числе:	6–10
омега-6	5–8
омега-3	1–2
Транс-изомеры жирных кислот	менее 1
Мононенасыщенные жирные кислоты	По разнице между общим количеством жира
Углеводы (общее количество)	50–75
Свободные сахара	Менее 10

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям «анаболизм» и «катаболизм».
2. Перечислите основные пути энерготрат организма.
3. Раскройте понятие «основной обмен».
4. Какие компоненты пищи увеличивают пищевой термогенез в наибольшей степени?
5. Какую величину обозначает коэффициент физической активности?
6. В чем проявляется положительный энергетический баланс?
7. Как определяются энерготраты организма?
8. Что такое калорийность пищевых продуктов?
9. Дайте определение высококалорийных продуктов.
10. Какое количество энергии в суточном рационе должны обеспечивать белки?





ГЛАВА 4

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МАКРО- И МИКРОНУТРИЕНТОВ

4.1. БЕЛКИ

Белки — высокомолекулярные азотсодержащие соединения органической природы, структурными элементами которых являются аминокислоты.

Белки содержатся практически во всех органах и тканях человека (за исключением мочи и желчи, которые в норме не содержат белок). Половина всего белка находится в мышцах, $1/5$ — в костях и хрящах, $1/10$ — в коже. Волосы, кожа, ногти также содержат белок. Белки в организме человека обновляются постоянно и независимо от возраста. В молодом растущем организме скорость синтеза белков превышает скорость распада, а при голодании и тяжелых заболеваниях — наоборот.

Наиболее быстрому обновлению подвергаются белки печени и слизистой оболочки кишечника (до 10 дней), наиболее медленному (до 180 дней) — белки мышц (миозин), соединительной ткани (коллаген) и мозга (миелин). Период обновления гормонов измеряется часами и даже минутами. Скорость обновления белков выражается временем, необходимым для обмена половины всех молекул, и называется периодом полужизни ($T_{1/2}$). Средняя величина $T_{1/2}$ для белков всего организма составляет примерно 3 недели.

Общая скорость синтеза белков у человека достигает 500 г в день, что значительно превосходит их потребление с пищей. Это является результатом повторного использования продуктов распада белков и предшественников аминокислот в организме.

4.1.1. Роль белков в организме

Белки в организме человека выполняют следующие основные функции:

- защитная — формируют соединения, обеспечивающие иммунитет к инфекциям (антитела); фибриноген и тромбин и др. ответственны за свертывание в крови и предотвращают потерю крови в случае порезов;
- ферментативная — ферменты, катализирующие биохимические реакции и являющиеся жизненно важными для обмена веществ, являются белковыми соединениями;
- гормональная — многие гормоны являются белками (инсулин, гормон роста, тиреотропный гормон, гастрин и др.);
- структурная — белки входят в состав всех структур организма: белок коллаген составляет до 1/3 всего белка кожи, соединительной ткани и костей, кератин входит в состав волос и ногтей, белки актин и миозин входят в состав мышечных волокон и обеспечивают мышечное сокращение;
- транспортная — белки гемоглобин и трансферрин обеспечивают транспорт кислорода и железа, белки мембран клеток ответственны за избирательное прохождение молекул и растворимых в воде ионов;
- рецепторная — белки являются мембранными рецепторами в клеточных мембранах;
- резервная — организм может использовать белки тела (в основном мышц и печени) в качестве поставщика энергии при длительном голодании или продолжительной мышечной работе.

Аминокислоты, входящие в состав белков, в настоящее время подразделяются на незаменимые, условно незаменимые и заменимые (табл. 4.1).

К незаменимым аминокислотам относятся девять аминокислот: триптофан, лизин, метионин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, валин, треонин и гистидин (гистидин включен ФАО/ВОЗ в список незаменимых аминокислот в 1985 г.). Незаменимые аминокислоты не

Таблица 4.1. Аминокислоты, необходимые организму

Незаменимые аминокислоты	Условно незаменимые аминокислоты	Заменимые аминокислоты
Валин Гистидин Изолейцин Лейцин Лизин Метионин Треонин Триптофан Фенилаланин	Аргинин Глицин Глутамин Пролин Серин Тирозин Цистеин	Аланин Аспарагин Аспарагиновая кислота Глутаминовая кислота

могут быть синтезированы в организме и должны поступать с пищей. Нехватка незаменимых аминокислот может вызвать усталость, нервозность, головокружение. Для детей незаменимыми аминокислотами являются также аргинин и цистеин.

Заменимые аминокислоты также необходимы для функционирования организма, но они могут быть синтезированы из некоторых промежуточных метаболитов (например, альфа-кетоглутаровой кислоты).

Условно незаменимые аминокислоты, как правило, не являются существенными, за исключением периодов болезни, стресса или в связи с наличием ряда заболеваний (например, при фенилкетонурии не синтезируется тирозин из фенилаланина).

Каждая аминокислота в организме имеет свое значение.

Триптофан необходим для роста организма, поддержания азотистого равновесия, образования белков сыворотки крови, гемоглобина и ниацина (витамина PP).

Лизин участвует в процессах роста, образования скелета, усвоения кальция и т. д.

Метионин участвует в превращении жиров, в синтезе холина, адреналина, активизирует действие некоторых гормонов, витаминов, ферментов и является липотропным веществом, препятствующим жировому перерождению печени.

Фенилаланин — участвует в процессе передачи нервных импульсов в составе медиаторов (допамин, норэпифрин).

Лейцин — нормализует сахар крови, стимулирует гормон роста, участвует в процессах восстановления поврежденных тканей костей, кожи, мышц.

Изолейцин — поддерживает азотистый баланс; его отсутствие приводит к отрицательному азотистому балансу.

Валин — участвует в азотистом обмене, координации движений и др.

Треонин — участвует в процессах роста, формирования тканей и др.
Гистидин — важен для производства красных и белых клеток крови, а также для роста тканей.

4.1.2. Показатели качества белков

Качество пищевого белка определяется наличием в нем полного набора незаменимых аминокислот в определенном количестве и в определенном соотношении с заменимыми аминокислотами и степенью их усвоения.

Наиболее часто для оценки качества белка используют методы определения биологической ценности, степень усвоения белка; также могут использоваться показатели аминокислотного сгора, коэффициента, эффективности белка, коэффициент усвоения, скорректированный по аминокислотному составу, чистая утилизация белка (табл. 4.2).

Биологические методы оценки качества белка включают проведение опыта на молодых растущих животных, которым в составе пищевого рациона скармливают тестируемый белок.

Таблица 4.2. Показатели качества различных белков

Продукт	Аминокислотный скор	Биологическая ценность	Коэффициент эффективности	Чистая утилизация	Коэффициент усвоения
Сывороточный белок	100	104	36	92	1,0
Яйцо	100	94	3,9	94	1,0
Говядина	69	80	2,3	67	0,92
Рыба	71	74	3,5	80	0,82
Казеин (молоко)	58	80	2,9	72	1,0
Соя	47	73	2,1	61	0,91
Рис	56	64	2,2	57	0,26
Бобовые	31	45	0,9	30–50	0,69
Пшеница	43	65	1,5	40	0,54
Кукуруза	41	59	1,1	51	—
Арахис	55	55	1,7	43	—
Желатин	—	0	—	0	0

Биологическая ценность — показатель качества белка, характеризующий степень задержки азота и эффективность его утилизации для растущего организма или для поддержания азотистого равновесия

у взрослых. Считается, что задержка азота в организме выше при адекватном содержании незаменимых аминокислот в пищевом белке, достаточном для поддержания роста организма. Биологическая ценность может быть определена как истинный процент использования, путем учета потребляемого и выделяемого азота, или как процент использования относительно легко усвояемого источника белка, чаще всего яйца. Биологическая ценность белка зависит от его аминокислотного состава: белок используется лучше при приближении аминокислотного состава белка пищи к синтезированному белку организма.

Пищевые источники белков, которые содержат все незаменимые аминокислоты в достаточной пропорции для удовлетворения потребностей человека в питании, называются полноценными белками. В основном полноценными белками являются белки продуктов животного происхождения (мясо, рыба, птица, яйца, сыр, молоко).

Белки, которые не содержат все незаменимые аминокислоты в достаточной пропорции для удовлетворения наших потребностей в питании, называются неполноценными белками. Основные источники неполноценных белков — как правило, белки продуктов растительного происхождения: зерновых, бобовых, семян, орехов, фруктов и овощей. Однако при комбинировании источников неполноценных белков (например, риса или кукурузы в сочетании с фасолью) возможно получение продукта с полноценными белками. Источником неполноценного животного белка является коллаген, содержащийся в соединительной ткани мяса. Его биологическая ценность равна нулю, так как в его составе отсутствуют незаменимые аминокислоты.

Степень усвоения белка — показатель, характеризующий долю абсорбированного в организме азота от общего количества, потребленного с пищей. Белки животного происхождения усваиваются организмом на 93–96 %. Белок из продуктов растительного происхождения усваивается организмом на 62–80 %. Белок из высших грибов усваивается на уровне 20–40 %.

В процессе различных видов тепловой обработки, например, при жарении с образованием корочки, из некоторых аминокислот могут образовываться не усвояемые организмом соединения, что снижает усвоение и следовательно ценность белка.

Аминокислотный скор белка. Качество пищевого белка может оцениваться путем сравнения его аминокислотного состава со стандартным эталонным белком. В настоящее время в качестве эталонного белка используют справочную (стандартную) аминокислотную шкалу (табл. 4.3), предложенную в 1985 г. и утвержденную в 1989 г. экспертами ФАО/ВОЗ.

Аминокислотная шкала показывает содержание каждой из незаменимых аминокислот в 100 г стандартного белка.

Таблица 4.3. Содержание незаменимых аминокислот в стандартной аминокислотной шкале и в некоторых продуктах

Аминокислота	Содержание аминокислот, г/100 г белка		
	в стандартной аминокислотной шкале	в яйце	в овсе
Валин	3,5	7,1	4,7
Изолейцин	2,8	5,9	3,3
Лейцин	6,6	8,8	5,8
Лизин	5,8	6,9	3,5
Метионин + цистин	2,5	5,3	4,1
Треонин	3,4	4,9	4,7
Триптофан	1,1	—	—
Фенилаланин + тирозин	6,3	9,3	6,8

Аминокислотный скор определяют по формуле:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{\text{Снак}_{\text{иссл}}}{\text{Снак}_{\text{ст}}} \times 100,$$

где $\text{Снак}_{\text{иссл}}$, $\text{Снак}_{\text{ст}}$ — соответственно содержание незаменимой аминокислоты (в г) в 100 г исследуемого белка и стандартной аминокислотной шкалы.

Одновременно с аминокислотным скором определяется лимитирующая аминокислота, скор которой имеет наименьшее значение. В белках с низкой биологической ценностью лимитирующих аминокислот со скором менее 100 % может быть несколько — в таком случае аминокислота с наименьшим скором считается первой лимитирующей. В белках пшеницы первая лимитирующая аминокислота — лизин, вторая — треонин. Аминокислоты, скор которых близок к 100 %, свидетельствуют о полноценности белка.

Большинство продуктов содержат аминокислоты в достаточном количестве по сравнению с рекомендуемыми нормами; исключение составляют зерновые культуры, в которых имеется недостаток лизина. Белки бобовых лимитированы по серосодержащим аминокислотам. Наиболее близки к идеальному белки молока, яиц, мяса.

Поскольку организм нуждается в сбалансированном количестве всех аминокислот, необходимо сочетать источники различного белка, чтобы повысить количество лимитирующей аминокислоты, так как другие аминокислоты не используются для синтеза белка при недостаточ-

ном содержании одной или нескольких незаменимых аминокислот. Бочка Либиха (рис. 4.1) наглядно иллюстрирует ограничение синтеза белка при недостаточном количестве некоторых незаменимых аминокислот.

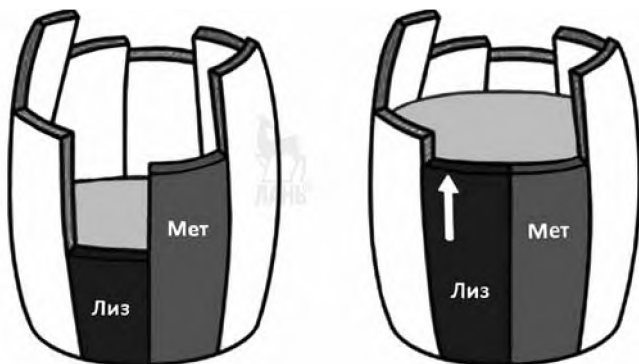


Рис. 4.1. Бочка Либиха

Чистая утилизация белка характеризует степень задержки азота в организме с поправкой на перевариваемость белка в желудочно-кишечном тракте. Значения могут варьировать от 1 до 0. Значение, равное 1, показывает, что азот данного белка усвоился полностью, значение 0 — что азот продукта не был преобразован в белок.

Коэффициент эффективности белка, скорректированный по аминокислотному составу рассчитывают исходя из увеличения массы тела растущих животных (мышей или крыс) от количества принятого белка, он представляет собой отношение прироста массы тела животного (в г) к количеству потребленного белка (в г). В качестве контрольного белка используют казеин.

Коэффициент усвоения белка наиболее полно отражает его качество, так как учитывает аминокислотный состав и полноту переваривания. Продукты, имеющие коэффициент усвоения равный 1,0, являются наиболее полноценными источниками белка.

4.1.3. Обмен белков

В организме белки находятся в стационарном состоянии обмена, при котором распад уравнивается синтезом.

Белки пищи в желудочно-кишечном тракте под влиянием пищеварительных ферментов расщепляются до аминокислот, из которых

в последующем организм синтезирует необходимые ему белковые молекулы. Вначале образовавшиеся свободные аминокислоты всасываются в кишечнике и через систему воротной вены поступают в печень, затем во все другие органы и ткани, включая в динамический аминокислотный фонд организма (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Аминокислотный фонд организма

Примерно половина фонда формируется за счет аминокислот, поступающих из пищеварительного тракта. Другую часть составляют аминокислоты тканей, образующиеся в результате деградации собственных структурных и функциональных белков организма.

Аминокислотный фонд используется для различных целей и в первую очередь — для синтеза новых белков плазмы крови и тканей, а также ферментов, гормонов и других соединений. Для пластических целей используются аминокислоты в неизмененном виде или после реакций переаминирования. Другая часть аминокислот подвергается дезаминированию с образованием соединений, используемых для синтеза многообразных небелковых (безазотистых) продуктов обмена веществ, в том числе углеводов и жиров. Определенное количество аминокислот после дезаминирования окисляются до аммиака, который превращается в мочевину и выводится из организма. Освобожденная при данных процессах энергия используется в энергетическом балансе организма.

Таким образом, аминокислотный фонд организма при нормальном белковом питании находится в состоянии динамического азотистого равновесия и обеспечивает баланс между процессами синтеза и распада белков. Показатель азотистого баланса, представляющий собой разность (в г/сутки) между количеством поступающего с пищей азота и количеством азота, выводимого в виде конечных продуктов обмена, используется для оценки степени обеспеченности организма человека белковой пищей. При азотистом равновесии, характерном для здорового взрослого человека при полноценном питании, организм обеспечен белком для восполнения эндогенных затрат.

При положительном азотистом балансе количество азота, поступающего с пищей, больше, чем его выводится из организма, что указывает на процессы синтеза белка. Положительный азотистый баланс у детей связан с увеличением массы тела, у беременных женщин — с формированием и ростом плода, а также с изменениями в организме женщины в связи с беременностью, при лактации — с синтезом белка (азота) в грудном молоке.

Отрицательный азотистый баланс свидетельствует о том, что потери азота превышают потребление азота с пищей. Отрицательный азотистый баланс наблюдается при голодании, при отсутствии в пище одной или нескольких незаменимых аминокислот, а также при нарушении усвояемости пищи вследствие некоторых заболеваний. При длительном отрицательном азотистом балансе происходит потеря массы тела и возможна гибель организма.

4.1.4. Потребности в белке

На потребность организма в белке влияют многие факторы: возраст, пол, характер и условия профессиональной деятельности. Минимальное количество белка должно удовлетворять метаболическим потребностям и поддерживать соответствующий состав тела. Для этого белок должен содержать адекватные и усваиваемые количества незаменимых аминокислот и условно заменимых аминокислот (табл. 4.4). По сравнению с рекомендациями ВОЗ 1985 г., в настоящее время в рекомендуемых нормах количество этих аминокислот увеличено (в расчете на мг/кг массы тела в день). Значительное увеличение предложено для валина (в 2,6 раза), лизина (в 2,5 раза), изолейцина и треонина (в 2 раза), фенилаланина + тирозина (в 1,8 раза).

Детский организм, находящийся в состоянии бурного роста, имеет более высокие потребности в некоторых аминокислотах. Например, в возрасте 6 месяцев дети нуждаются (на 1 кг массы тела) в 64 мг лизи-

Таблица 4.4. Необходимое содержание незаменимых аминокислот для взрослых

Незаменимая аминокислота	Рекомендации ВОЗ 2007 г.		Рекомендации ВОЗ 1985 г.	
	мг/кг массы тела в день	мг / г белка	мг/кг массы тела в день	мг / г белка
Триптофан	4	6	3,5	5
Треонин	15	23	7	11
Изолейцин	20	30	10	15
Лейцин	39	59	14	21
Лизин	30	45	12	18
Метионин + цистеин	15	22	13	20
Метионин	10,4	16	—	—
Цистеин	4,1	6	—	—
Фенилаланин + тирозин	25	38	14	21
Валин	26	39	10	15
Гистидин	10	15	8–12	15

на, 34 мг треонина, 9,5 мг триптофана и 31 мг серосодержащих аминокислот. В возрасте 18 лет эти значения уменьшаются почти вдвое — до 33 мг, 17 мг, 4,5 мг и 16 мг соответственно.

Различают минимальный и оптимальный уровни потребления белка. Минимальный, или, по определению экспертов ФАО/ВОЗ, надежный (безопасный) уровень потребления белка с пищей обеспечивает поддержание в организме азотистого равновесия. Как показали специальные исследования, азотистый баланс сохраняется у молодых здоровых мужчин при поступлении в сутки 55–60 г белка с биологической ценностью 70 % (средняя величина для обычного пищевого рациона).

Оптимальный уровень потребления белка учитывает дополнительный расход энергии в организме, обусловленный индивидуальными различиями в потребности, повышенной физической нагрузкой, и многими другими факторами, и должен превышать минимальный в 1,5 раза, составляя не менее 85–90 г в сутки.

Необходимое количество белка в зависимости от физической активности, возраста и пола указано в приложениях 2 и 3.

В большинстве стран Европы и Америки рекомендуемые нормы белка несколько ниже, чем в России — около 0,8 г/кг массы тела. Рекомендуемое количество белка в нашей стране примерно 1–1,2 г на кг массы тела. Белок должен обеспечивать 10–15 % общей калорийности рациона.

Для взрослых рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего количества белков — 50 %, для детей — 60 %.

Потребность в белке увеличивается в период выздоровления после тяжелых инфекций, хирургических операций, переломах костей, при туберкулезе и др.

Белок ограничивают при некоторых заболеваниях — остром нефрите, недостаточности функции почек и печени, подагре и некоторых других. Возможно даже временное исключение белка из рациона. В малобелковых диетах при хронической почечной недостаточности содержание белка снижается до 20–40 г/сут, из них 60–70 % составляют животные белки.

4.1.5. Белковая недостаточность

Систематическое поступление белка в недостаточном количестве приводит к серьезным нарушениям здоровья. Одно из ранних проявлений белковой недостаточности — снижение резистентности организма к воздействию неблагоприятных факторов среды. Возникают общая слабость, недомогание, быстрая утомляемость, ослабление памяти и внимания, подавленное настроение, вялость, боли в мышцах ног при ходьбе, ухудшение аппетита. Объективно обнаруживаются уменьшение массы тела, толщины подкожного жирового слоя, бледность кожных покровов и губ, цианотичность кожи в области глазниц, носа, ушных раковин. В крови отмечаются гипопроteinемия, особенно, снижение содержания гемоглобина и других белков. Все эти проявления характерны для начальных и умеренно выраженных форм белковой недостаточности, часто они носят характер неспецифических проявлений либо маскируются той или иной патологией.

Белково-калорийная недостаточность является одной из форм недоедания, связанной с существенным дефицитом белка. Различают квашиоркор, связанный с преобладающей белковой недостаточностью, и маразм — дефицит калорий и прежде всего белка. Белковое недоедание наносит ущерб здоровью в любой период жизни, но особенно негативные последствия возникают в младенческом возрасте. Белково-калорийная недостаточность развивается обычно после отнятия ребенка от груди и дальнейшем потреблении низкобелковой пищи. Классическая клиническая картина белково-калорийной недостаточности у детей характеризуется снижением мышечной массы, задержкой роста, отеками на лице и ногах, истончением волос, шелушением кожи, расстройством пищеварения (потеря аппетита, тошнота, рвота, диарея), жировым перерождением печени, повышенной чувствительностью к инфекциям, психическими расстройствами.

В настоящее время считают, что к данным заболеваниям приводит не только дефицит белка, но и недостаток других питательных веществ, включая железо, фолиевую кислоту, йод, селен, витамин С, а также компонентов пищи с антиоксидантной защитой.

В развивающихся странах причиной белково-калорийной недостаточности является в первую очередь бедность и, как следствие, недоступность достаточного количества пищи, т. е. низкая энергетическая калорийность рациона. Данное заболевание встречается у 20–30 % детей в возрасте до 5 лет и является причиной высокой смертности детей этого возраста. Даже в тех случаях, когда они выживают, длительная недостаточность белка приводит к необратимым нарушениям их физиологических функций, умственных способностей и способности к обучению. Это означает, что дефекты умственного развития, связанные с недостаточным белковым питанием в возрасте до трех-пяти лет, в последующем невозможно исправить даже при самых благоприятных условиях.

В развитых странах белково-калорийная недостаточность является, как правило, следствием заболеваний, наркомании и хронического алкоголизма, сопровождающихся нарушением потребления и усвоения пищи.

В связи с доступностью в условиях нашей страны достаточного количества хлеба и других зерновых культур развитие тяжелых форм белково-калорийной недостаточности встречается крайне редко, но проявление данного заболевания наблюдается у 2–4 % населения, т. е. с такой же частотой, как и в большинстве развитых стран.

4.1.6. Избыточное белковое питание

Длительное избыточное потребление белка оказывает неблагоприятное влияние на организм. Белки, потребляемые выше потребностей организма, приводят к накоплению большого количества небелковых соединений. Аминокислоты, образующиеся при расщеплении белков, подвергаются процессам окисления и дезаминирования в печени. В результате процессов дезаминирования образуется аммиак, превращающийся в печени в мочевины, выделение которой осуществляется почками. Длительная нагрузка на почки может привести к их гипертрофии. Повышенное потребление белков за счет мяса, рыбы, субпродуктов способствует накоплению в организме мочевой кислоты — продукта обмена пуринов. Соли мочевой кислоты (ураты) откладываются в суставах, хрящах и других тканях, что ведет к подагре и мочекаменной

болезни. Вероятность образования камней при высоком потреблении белка составляет 250 %. Чрезмерное потребление белка увеличивает выделение кальция и способствует потере костной массы.

Избыток белка может привести к обезвоживанию, так как белковый обмен требует дополнительного количества воды для выведения побочных продуктов. Именно уменьшение воды в организме при высокобелковой диете приводит к снижению массы тела. Обезвоживание организма приводит к сгущению крови и нарушению различных метаболических процессов.

4.1.7. Превращения белков при производстве продуктов питания

При производстве пищевых продуктов белки претерпевают различные изменения, которые оказывают существенное влияние на качество белка и его перевариваемость.

Денатурация — разрушение нативной структуры белка, сопровождающееся изменением физико-химических свойств и потерей биологической активности. Тепловая денатурация является одним из физико-химических процессов, лежащих в основе производства хлеба, пастеризации и стерилизации молока, приготовления продуктов из мяса, рыбы, круп, получения экструдатов и сухих завтраков. При этом ускоряется переваривание белков в желудочно-кишечном тракте, облегчая доступ пищеварительным ферментам, к тому же пищевые продукты приобретают соответствующие потребительские свойства (текстуру, внешний вид, органолептические показатели). Также тепловая денатурация приводит к инаktivации ряда ингибиторов протеолитических и амилолитических ферментов, ухудшающих переваривание пищевых веществ.

Термическая деградация белков, происходящая при высоких температурах в условиях сухого нагрева, приводит к разрушению макромолекул с отщеплением функциональных групп и возможным образованием соединений небелковой природы, некоторые из них обладают мутагенными свойствами.

Реакция Майяра (комплекс химических реакций взаимодействия аминокислот с редуцирующими сахарами с образованием темноокрашенных меланоидинов) приводит к уменьшению пищевой ценности продуктов питания в связи с потерей лизина, аргинина, глутаминовой кислоты, наиболее активных в данной реакции. Продукты данной реакции обладают определенным вкусом и ароматом, которые могут

способствовать возбуждению аппетита, а следовательно — и большей активности пищеварительных секретов и лучшему перевариванию пищи. Однако часть образуемых веществ циклической и полициклической структуры может быть канцерогенной.

Аминокислота аспарагин участвует в образовании акриламида, обладающего нейротоксичным и канцерогенным действиями.

4.1.8. Пути повышения белковой ценности

Для удовлетворения потребности организма в незаменимых аминокислотах целесообразно сочетание животных и растительных белков, например, молочных продуктов с крупами, макаронами, хлебом; мучных изделий с творогом, мясом, рыбой; картофеля и овощей с мясом и т. д. При этом суммарная сбалансированность аминокислот улучшается.

Для повышения белковой ценности пищевых продуктов используют естественные белковые обогатители: сою, молоко и молочную сыворотку, белки крови убойных животных. Из белковых фракций продовольственного сырья выделяют пищевой белок, который используется в качестве обогатителя. Различают следующие продукты в зависимости от содержания белка: мука и крупа (40–54 % белка от общей массы продукта), концентраты (65–70 % белка от общей массы продукта), изоляты (не менее 90 % белка на сухое вещество). В настоящее время широкое распространение получили технологии производства белковых продуктов из сои. Перспективным считается использование в питании продуктов моря (водоросли, рыбные и нерыбные продукты промысла).

Одним из путей решения проблемы дефицита белка является селекция сельскохозяйственных продуктов с высоким уровнем белка, а также добавление искусственных аминокислот в продукты, лимитированные по отдельным аминокислотам, например, добавление лизина в муку высших сортов.

Однако следует учитывать, что добавление свободных аминокислот в продукты может привести к их быстрому поступлению в кровь, так как свободные аминокислоты не участвуют в полостном пищеварении, тогда как аминокислоты, образующиеся в результате расщепления белков пищи, еще не успеют образоваться. Неиспользованные для построения белков аминокислоты не могут накапливаться в организме. Они будут подвергаться ферментативным превращениям разного типа. Среди образующихся продуктов могут быть и токсичные соединения — например, некоторые биогенные амины.

4.1.9. Основные источники белка в питании

Основными источниками белка в питании являются мясные, рыбные, молочные и зернобобовые продукты. Больше всего белка содержится в сое — 35 %, в сырах — около 25 %, в горохе и фасоли — 22–23 %. В разных видах мяса, рыбы и птицы содержится 16–20 % белка, в нежирном твороге — 18 %, в жирном твороге — 14 %, яйцах — 13 %, в гречневой крупе — 13 %, овсяной крупе и пшене — 12 %, макаронах — 10 %, в хлебе пшеничном — около 8 %, ржаном — 6 %, молоке — около 3 %. В большинстве овощей содержится не более 2 % белка. Еще меньше его во фруктах и ягодах. Основными источниками животного белка в питании являются мясо, молоко, яйца, рыба. Основными поставщиками растительного белка являются хлеб и крупы.

В некоторых продуктах питания найдены специфические белки, являющиеся причиной аллергии и аллергических реакций. Многие люди имеют аллергию на казеин, белок молока, клейковинные белки пшеницы и других зерновых культурах, белки, обнаруженные в арахисе, в моллюсках и других морепродуктах.

4.2. ЖИРЫ

Липиды представляют собой обширную группу веществ, к которым относятся жирные кислоты, триглицериды (жиры и масла), моно- и диглицериды, воски, фосфолипиды, сфинголипиды и изопреноиды (стероиды, каротиноиды и др.). В основном они нерастворимы в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях (эфир, хлороформ, бензин и др.). Часто термин «жир» используется как синоним липидов, однако жиры (триглицериды) являются только их частью.

4.2.1. Жиры в организме человека

В теле человека жиры (липиды) представлены рядом соединений, значительно различающихся по структуре и, соответственно, выполняющих специфические биологические функции. Это ди- и триглицериды, жирные кислоты, фосфолипиды, эйкозаноиды, холестерин.

Жир в организме можно разделить на протоплазматический и резервный.

Большая часть жиров (около 87 %) приходится на резервный жир, состоящий из триглицеридов, который содержится в жировой ткани. Жировая ткань находится в подкожной клетчатке (подкожный жир),

вокруг внутренних органов, в костном мозге и др. Суммарное ее количество составляет 15–25 % у людей нормального телосложения, до 10 % у спортсменов, 30–50 % — у людей, страдающих ожирением.

Триглицериды жировой ткани предохраняют организм от потерь тепла, а окружающие внутренние органы — от механических повреждений, а также играют роль резервного энергетического материала. В период, когда калорийность питания ограничена, например, при плохом аппетите или во время вынужденного голодания, или, наоборот, повышена, например, при высоком уровне физической активности — жировые отложения тела используются для удовлетворения потребности в энергии. Структурные изменения в подкожно-жировом слое некоторых частей тела приводят к целлюлиту, возникновение которого обусловлено совокупностью многих факторов, в том числе и неправильным питанием. Подкожная жировая клетчатка является частью эндокринной системы, выделяющей гормоны, например лептин, который участвует в регуляции энергетического обмена организма и массы тела.

Доля протоплазматического (клеточного) жира в организме достаточно постоянна и составляет 3–5 % у мужчин и 8–12 % у женщин.

Диацилглицериды являются сигнальными молекулами, источником простагландинов и активатором некоторых ферментов.

Жирные кислоты служат в основном промежуточными продуктами при распаде и синтезе других липидов, являются источником энергии для сердечной мышцы и скелетной мышечной ткани, так как при метаболизме выделяют большое количество АТФ.

Фосфолипиды входят в состав мембран всех клеток организма, выступают в качестве посредников в передаче сигнала в нейронах.

Эйкозаноиды (простагландины, лейкотриены, тромбоксаны) — производные некоторых ПНЖК, выполняют функции тканевых гормонов. Они регулируют процессы тромбообразования, тонус гладких мышечных клеток, бронхов и кровеносных сосудов.

Холестерин — наиболее распространенный представитель стероидов. В организме человека более 95 % холестерина находится в клетках, часть содержится в нервной ткани, в мозге, других органах. Холестерин в основном синтезируется в печени, в небольшом количестве в кишечнике, надпочечниках, половых органах. Он является важным компонентом клеточных мембран, необходим для синтеза стероидных гормонов в коре надпочечников и половых железах (кортикостероиды, тестостерон и др.), является предшественником желчных кислот, витамина D₃, как структурный элемент представлен в клетках головного мозга и нервных волокон.

4.2.2. Обмен жиров

Жиры, поступающие с пищей, в большинстве случаев эмульгируются кислотами желчи и расщепляются под действием ферментов пищеварительных соков (слюны, желудочного, поджелудочного, кишечного) на моноглицериды и свободные жирные кислоты. (Без участия желчи происходит гидролиз жиров, находящихся в эмульгированном состоянии в составе пищевых продуктов, например жиров молока, в желудке под воздействием язычной и желудочной липазы.)

Продукты гидролиза жиров проникают путем диффузии в кишечную клетку (энтероцит) в виде мицелл, где освобождаются от желчных кислот и формируют новые молекулы триацилглицеридов (происходит ресинтез жиров), близких по составу к жирам организма. Затем из ресинтезированного жира, белков (апобелков), других липидов формируются липопротеиновые частицы — хиломикроны. Хиломикрон построен так же, как и остальные липопротеины: в центре его находятся триацилглицериды, являющиеся преобладающим компонентом частицы (до 80 % массы хиломикрона) и холестерин, по периферии располагаются фосфолипиды и апобелки (рис. 4.3).

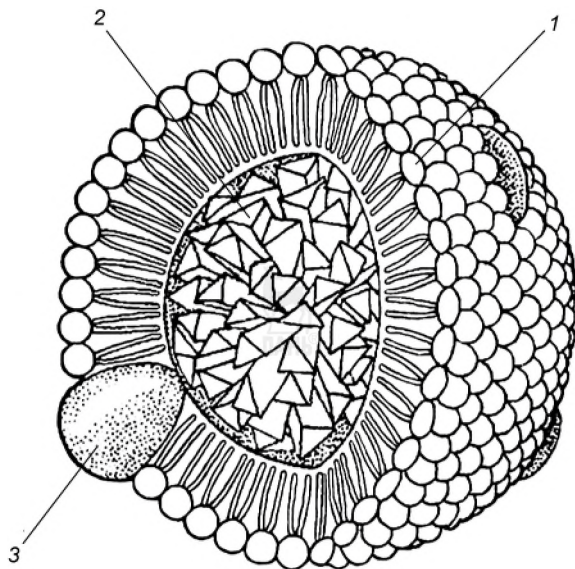


Рис. 4.3. Строение хиломикрона:

1 — фосфолипиды; 2 — триглицериды и холестерин; 3 — белок

Размеры хиломикрона достаточно большие, и он не может пройти через поры, имеющиеся в стенках кровеносных капилляров. Поэтому путем экзоцитоза хиломиконы поступают в лимфу, через которую попадают в большой круг кровообращения. В плазме крови под действием фермента липопротеинлипазы от хиломиконов происходит отщепление части жирных кислот, которые транспортируются к клеткам органов и тканей. В клетках они используются в качестве энергетического топлива или строительного материала (синтез собственных липидов в клетках). Остаточный хиломикрон утилизируется печенью. Одновременно в печени происходит образование липопротеидных комплексов, различных по плотности, размеру, составу, которые попадают в кровяное русло (рис. 4.4).

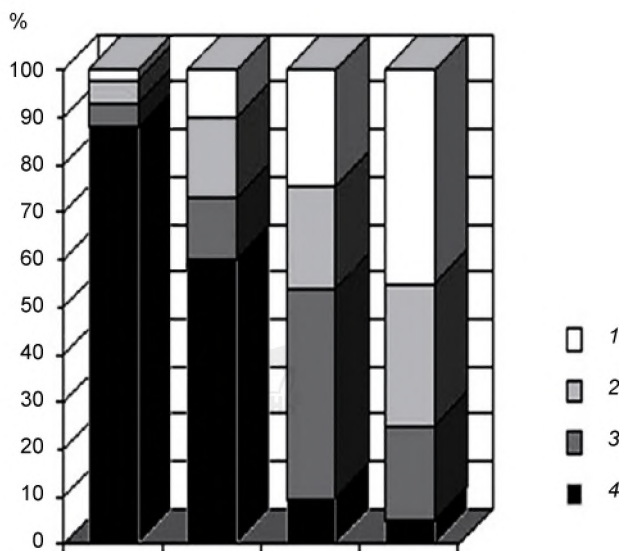


Рис. 4.4. Состав липопротеидов:

1 — хиломиконы; 2 — липопротеиды очень низкой плотности;
3 — липопротеиды низкой плотности; 4 — липопротеиды высокой плотности

Липопротеиды являются транспортной формой липидов и холестерина в крови. У взрослых людей около 2/3 холестерина крови находится в составе липопротеидов низкой плотности. Липопротеины очень низкой плотности и липопротеиды высокой плотности являются основным источником эндогенного жира, поступающего в мышечные и жировые клетки организма. Также жиры способны образовываться из глюкозы в клетках самой жировой ткани.

Синтез и распад жира находятся под контролем ряда гормонов: инсулина, адреналина, глюкагона и др. После приема пищи обычно жирные кислоты доставляются в клетки жировой ткани для их депонирования, а в период между приемами пищи — в клетки мышечной ткани для поддержания их функций. В клетках мышечной ткани при распаде жиров происходит окисление жирных кислот, в результате чего образуются вещества, обеспечивающие клетки энергией.

Липопротеиды низкой и очень низкой плотности при нарушении обменных процессов способны откладываться на стенке кровеносных сосудов и формировать атеросклеротические бляшки, в результате чего просвет сосудов суживается, нарушается кровоснабжение тканей, сосудистая стенка становится непрочной и хрупкой.

4.2.3. Жиры пищевых продуктов

Жиры присутствуют в большинстве продуктов. Они придают определенную текстуру, вкус и аромат пище. Источниками животных жиров являются сало (90–95 % жира), сливочное масло (62–82 %), бекон (60–90), жирная свинина (40–50 %), сливки (10–35 %), сметана (10–30 %), сыры (15–45 %). Источники растительных жиров — растительные масла (99,9 % жира), орехи (53–65 %), авокадо (10–20 %), некоторые крупы (3–6 %). Большинство жиров поступают с пищей в виде так называемых «скрытых» жиров с пирожными, печеньем, булочками, колбасами, сырами, майонезами и др.

Основную массу жиров пищи (более 96 %) составляют триглицериды, остальная часть приходится на сопутствующие вещества — фосфолипиды, стерины, пигменты, витамины и др. Нейтральные жиры состоят из глицерина и жирных кислот. Основные карбоновые кислоты, входящие в состав природных масел и жиров, представлены в табл. 4.5.

Различают насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Ненасыщенные жирные кислоты подразделяются на мононенасыщенные, имеющие одну ненасыщенную водородом (двойную) связь между какими-либо двумя атомами углерода, и полиненасыщенные, у которых имеются две или более таких связей. Степень насыщенности связей между атомами углерода имеет решающее значение для биологической ценности жирных кислот.

Все жиры состоят из сочетания насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, но один тип обычно является преобладающим. Например, коровье масло или мясо имеют в своем составе больше насыщенных жиров, а большинство растительных масел и жирной рыбы содержат больше ненасыщенных жиров.

Таблица 4.5. Основные жирные кислоты, входящие в состав природных масел и жиров

Кислота	Формула	Условное обозначение	Пищевые продукты
<i>Насыщенные кислоты</i>			
Масляная	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	—	Молочный жир
Каприловая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	—	Пальмовое масло
Лауриновая	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	—	Кокосовое масло
Миристиновая	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	—	Молочный жир, кокосовое масло
Пальмитиновая	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	—	Большинство жиров и масел
Стеариновая	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	—	Большинство жиров и масел
Арахидиновая	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	—	Сало, арахисовое масло
<i>Мононенасыщенные кислоты</i>			
Олеиновая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-$ $-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	18:1 ω 9	Большинство жиров и масел
Пальмитолеиновая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-$ $-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	16:1 ω 7	Большинство жиров и масел
Элаидиновая	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	C18:1 N-9 (транс)	Гидрогенизированное растительное масло, жир, говяжий жир
Эруковая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{11}-\text{CH}=\text{CH}-$ $-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	22:1 ω 13	Рапсовое, горчичное масла
<i>Полиненасыщенные жирные кислоты</i>			
Линолевая	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2-$ $-\text{CH}=\text{CH})_2-(\text{CH}_2)_7-$ $-\text{COOH}$	18:2 ω 6	Большинство растительных масел
γ -линоленовая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)-(CH_2-$ $-\text{CH}=\text{CH})_3-(\text{CH}_2)_6-$ $-\text{COOH}$	18:3 ω 6	Рыбий жир, конопляное масло
α -линоленовая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_3-$ $-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	18:3 ω 3	Соевое, рапсовое, льняное масла
Арахидиновая	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-(\text{CH}=\text{CH}-$ $-\text{CH}_2)_4-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	20:4 ω 6	Животные жиры, рыбий жир
Эйкозапентаеновая кислота	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)-(CH=\text{CH}-$ $-\text{CH}_2)_5-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$	20:5 ω 3	Жир морских рыб
Докозагексаеновая кислота	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)-(CH=\text{CH}-$ $-\text{CH}_2)_6-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	22:6 ω 3	Жир морских рыб, морепродукты

Жирные кислоты во многом и определяют свойства жиров. Чем больше насыщенных жирных кислот, тем выше температура плавления жира, тем дольше он переваривается и хуже усваивается (бараний и говяжий жиры). Животные жиры при комнатной температуре обычно находятся в твердом состоянии, а масла — в жидком. Исключения составляют жиры рыб — они, как правило, жидкие, а масла некоторых растений тропического пояса (пальмовое, кокосовое, масло какао) — твердые.

Насыщенные жирные кислоты в подавляющем большинстве имеют животное происхождение (сливочное масло и животные жиры), а также содержатся в некоторых растительных маслах — пальмовом, кокосовом, гидрогенизированных жирах. Высокомолекулярные предельные жирные кислоты (стеариновая, арахидовая, пальмитиновая) имеют твердую консистенцию, низкомолекулярные (масляная, капроновая и др.) — жидкую (большинство растительных масел).

При высокой калорийности рациона организм синтезирует насыщенные жиры из углеводов.

Высокое потребление насыщенных жирных (миристиновой, пальмитиновой) кислот является важнейшим фактором риска развития диабета, ожирения, сердечнососудистых и других заболеваний.

Потребление насыщенных жирных кислот должно составлять не более 10 % от калорийности суточного рациона.

Ненасыщенные жиры содержат в своем составе ненасыщенные жирные кислоты: мононенасыщенные имеют одну двойную связь, полиненасыщенные — несколько двойных связей. Наиболее распространенными в природе являются жиры в цис-изомерной конфигурации, но во время некоторых технологических процессов растительных масел (частично гидрогенизации) образуются и транс-изомеры. Потребление насыщенных жирных кислот должно составлять не более 10 % от калорийности суточного рациона.

К мононенасыщенным относятся олеиновая кислота, находящаяся практически во всех жирах животного и растительного происхождения (но особенно много в оливковом, сафлоровом, кунжутном, рапсовом маслах), и миристиолеиновая и пальмитолеиновая кислоты (жиры рыб и морских млекопитающих). ВОЗ отнесла олеиновую кислоту к возможным факторам, снижающим риск сердечно-сосудистых заболеваний. Физиологическая потребность в мононенасыщенных жирных кислотах должна составлять 10 % от калорийности суточного рациона.

Полиненасыщенные (ПНЖК) — имеющие две и более двойные связи. К ним относятся линолевая кислота, имеющая две двойные связи, линоленовая, имеющая три двойные связи, и арахидоновая, имеющая

четыре двойные связи и ряд других. Эти кислоты, благодаря своим биологическим свойствам, ранее называли витамином F. В настоящее время большое значение в снижении риска сердечно-сосудистых и других заболеваний отводится длинноцепочечным ПНЖК — эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислотам, имеющим соответственно пять и шесть двойных связей.

Также жирные кислоты классифицируются не только по степени их насыщенности, но и по длине.

Жирные кислоты с короткой цепью содержат от четырех до шести атомов углерода, чаще встречаются в коровьем и козьем молоке. Они способны всасываться без участия желчных кислот и быстрее, чем остальные, подвергаются окислению для получения организмом энергии.

Жирные кислоты со средней длиной цепи (8–12 атомов углерода) находятся в маслах тропического пояса и молочном жире. Жирные кислоты с длинной цепью (от 14 до 18 атомов углерода) могут быть насыщенными (стеариновая кислота), моновенасыщенными (олеиновая кислота) и полиненасыщенными (гамма-линоленовая кислота).

Жирные кислоты с очень длинной цепью содержат от двадцати до двадцати четырех атомов углерода. Обычно бывают высоконенасыщенные, с четырьмя, пятью или шестью двойными связями.

В последнее время ненасыщенные жирные кислоты подразделяют также на классы омега (ω -), обозначаемые в соответствии с локализацией двойной связи, ближайшей к метильному или омега-углероду. Таким образом, моновенасыщенные жирные кислоты олеиновая и пальмитиновая обозначаются соответственно ω -9 и ω -7, а полиненасыщенные жирные кислоты линолевая — ω -6 жирная кислота, альфа-линоленовая, эйкозапентаеновая кислота (ЭПК) и докозагексаеновая кислота (ДГК), — ω -3 жирная кислота. Основным пищевым источником ω -3 жирных кислот являются жирные сорта рыб (сельдь, лососевые, печень трески и т. д.), некоторые морепродукты и некоторые масла (льняное, соевое и др.), ω -6 жирные кислоты содержатся практически во всех растительных маслах и орехах.

Физиологическая потребность в ПНЖК — для взрослых 6–10 % от калорийности суточного рациона, причем 5–8 % (8–10 г/сутки) должно приходиться на ω -6, а 1–2 % (0,8–1,6 г/сутки) — на ω -3 жирные кислоты. Оптимальное соотношение в суточном рационе этих жирных кислот должно составлять 5–10 : 1.

В промышленно развитых странах люди обычно потребляют значительно большее количество ω -6 жирных кислот по сравнению с ω -3 жирными кислотами.

Линолевая и альфа-линоленовая жирные кислоты относятся к незаменимым или эссенциальным. Из линолевой кислоты синтезируется в организме арахидоновая. Данные жирные кислоты являются предшественниками простагландинов и других физиологически активных молекул.

Установлено, что отсутствие в рационе незаменимых жирных кислот приводит к задержке роста, развитию дерматита, неврологических расстройств, нарушений зрения.

4.2.4. Жироподобные вещества

Значительную ценность для организма представляют жироподобные вещества (липоиды), к которым относятся фосфолипиды и стероиды.

Фосфолипиды (фосфатиды) пищевых продуктов различаются по химическому составу и биологическому действию. Последнее во многом зависит от природы входящего в их состав аминок спирта. Содержатся в нервной ткани, участвуют в транспорте жиров, жирных кислот и холестерина.

Молекула фосфолипидов объединяет в себе свойства гидрофильных и гидрофобных соединений. Она может вступать во взаимодействие с компонентами клетки различной химической природы, тем самым выполняя своеобразную роль посредников между гидрофильными и гидрофобными веществами.

В продуктах питания из фосфолипидов наиболее широко представлен лецитин. Лецитин в своем составе имеет ненасыщенные жирные кислоты, глицерин, фосфорную кислоту и витаминоподобное вещество холин. Лецитин входит в состав клеточных мембран растений и животных, особенно много его в яичном желтке и семенах растений. Природные источники с высоким содержанием лецитина: соя (от 1,5 до 3,1 %), арахис (1,1 %), телячья печень (0,85 %), овес (0,65 %), пшеница (0,6 %) и яйца (0,4 %).

Благодаря своему составу лецитин обладает хорошими эмульгирующими и диспергирующими свойствами, предотвращает кристаллизацию сахара в присутствии жира, улучшает текстуру, снижает разбрызгивание жира при жарке и т. п. Промышленный лецитин, выделенный в основном из соевых семян (реже из яичного желтка, семян подсолнечника, кукурузы), используется во многих продуктах питания: в маргарине, в шоколаде, некоторых сортах хлеба, в некоторых быстрорастворимых изделиях — какао, в сухом молоке, сухих супах.

Лецитин — важный фактор регулирования холестерина обмена, так как предотвращает накопление в организме избыточных количеств холестерина, способствует его расщеплению и выведению. Большое значение имеет достаточное количество лецитина в диетах при атеросклерозе, болезнях печени, желчнокаменной болезни. Кроме того, было показано, что лецитин оказывает положительное влияние на физическую работоспособность, восстановительные процессы в организме и поддержание иммунитета.

Оптимальное содержание фосфолипидов в рационе взрослого человека — 5–7 г/сутки.

Холестерин относится к животным стероидам. Все продукты, содержащие животные жиры, содержат холестерин как сопутствующее вещество. Основные источники пищевого холестерина: сыр, яичные желтки, мясо, рыба (табл. 4.6).

Таблица 4.6. Содержание холестерина в некоторых продуктах

Продукты	Холестерин, мг/100 г	Продукты	Холестерин, мг/100 г
Сливки:		Печень говяжья	270–310
10 %-й жирности	30	Мозги	1500–2000
20 %-й жирности	80	Колбасы:	
Сметана 30 %-й жирности	130	сырокопченые	70
Творог жирный	60	вареные	45
Масло сливочное	180–190	Жир говяжий, свиной	110
Сыр голландский	510	Куры, индейки, утки	20–90
Яйца куриные	420	Рыба нежирная	30–100
Желток куриный	1240	Рыба жирная	200–350
Говядина, баранина, свинина	70–110	Икра	300

Холестерин, потребляемый с продуктами питания, составляет 10–20 % от количества холестерина, синтезируемого печенью.

Всосавшийся пищевой холестерин поступает в кровь в составе хиломикронов и может влиять на уровень липопротеидов различной плотности, особенно липопротеидов низкой плотности, которым отводится решающая роль в развитии атеросклероза. Однако в последнее время появились исследования, ставящие под сомнение связь пищевого холестерина с липопротеидами низкой плотности. Предполагают, что более значительную роль играют потребление насыщенных жиров, малоподвижный образ жизни, алкоголь и курение.

Обмен холестерина нормализуют лецитин, метионин, витамины С, В₆, В₁₂ и др., а также микроэлементы. Во многих продуктах эти веще-

ства хорошо сбалансированы с холестерином: творог, яйца, морская рыба, некоторые морепродукты. Поэтому отдельные продукты и весь рацион нужно оценивать не только по содержанию холестерина, но и по совокупности многих показателей.

В большинстве стран приняты предельно допустимые нормы потребления холестерина с пищей. В нашей стране это количество не должно превышать 300 мг в сутки.

Из стероидов растительного происхождения — фитостеролов — наиболее известен β -ситостерин, больше всего его содержится в растительных маслах, особенно в облепиховом, кукурузном, соевом, а также в орехах. Фитостеролы снижают уровень холестерина в крови, конкурируя с холестерином за всасывание в кишечнике, поэтому используются в качестве пищевых добавок и лекарственных препаратов.

4.2.5. Свежесть жиров

Ценность жиров определяется не только жирнокислотным составом, температурой плавления и др., но и *показателями свежести*. Вкусовые рецепторы человека очень чувствительны к некоторым соединениям, таким как лактоны и свободные жирные кислоты, поэтому даже незначительное их количество может испортить вкус пищи. Прием прогорклых жиров может отрицательно сказаться на работе пищеварительной системы, возможна диарея, тошнота, а длительное их потребление связывают с появлением или обострением многих заболеваний, в том числе атеросклероза, катаракты, диареи, болезни почек и сердца, нейродегенеративным процессам и канцерогенезу.

Прогоркание жиров и масел связано с процессами гидролиза, окисления, их совместным действием, а также микробной порчей.

Гидролитическое прогоркание происходит в присутствии воды. Обычно этот процесс гидролиза остается незамеченным, так как большинство жирных кислот не имеют запаха и вкуса (за исключением масляной кислоты и других короткоцепочечных жирных кислот). Гидролитическое прогоркание характерно также для жиров, содержащих кроме воды примеси белков и углеводов (например, для коровьего масла). Под воздействием содержащихся в белках ферментов (липаз) происходит гидролиз жиров и образование свободных жирных кислот. Во избежание этого производится тщательная очистка жиров от примесей белковых веществ.

Окислительное прогоркание связано с окислением жиров в присутствии кислорода воздуха. Под воздействием различных реакций,

связанных первоначально с образованием свободных радикалов, на конечных стадиях образуются летучие альдегиды и кетоны. Для жиров, в которых преобладают насыщенные жирные кислоты, характерно образование кетонов (кетонное прогоркание), для жиров с высоким содержанием ненасыщенных кислот — альдегидное прогоркание.

Микробное прогоркание относится к процессу, в котором микроорганизмы используют собственные ферменты, такие как липазы или липооксидазы, под действием которых жирные кислоты окисляются до β -кетокислот. Метилалкилкетоны, образующиеся при распаде последних, являются причиной изменения вкуса и запаха жира. Этот процесс может быть предотвращен путем стерилизации, а также при хранении в условиях, исключающих попадание микроорганизмов.

Изменения жиров, связанные с реакциями окисления или гидролиза, происходят при их производстве, хранении, нагревании в процессе приготовления пищи. Окисление, происходящее в жирах и маслах на стадии их извлечения, незначительно, но в дальнейшем запускает процесс аутоокисления при хранении, особенно при наличии света.

Наиболее подвержены порче жиры с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (олеиновая кислота, линолевая кислота, линоленовая кислота и др.). Поэтому масла с повышенным их содержанием (льняное, кунжутное, тыквенное, масло грецкого ореха) лучше хранить в холодильнике и не использовать для жарки. Масла с высоким содержанием моновенасыщенных жирных кислот (оливковое масло) можно нагревать лишь в течение короткого времени при невысоких температурах.

Для замедления развития прогоркания в продукты с большим содержанием жира часто добавляют антиоксиданты. К природным антиоксидантам относятся флавоноиды, полифенолы, аскорбиновая кислота и токоферолы, однако они имеют непродолжительный срок действия, поэтому в технологических процессах часто используют синтетические антиоксиданты, например гидрокситолуол.

4.2.6. Превращение липидов при производстве пищевых продуктов

Ряд технологических процессов (переэтерификация, гидрирование, фракционирование) позволяет изменить или скорректировать жирнокислотный состав масел и жиров и придать им желаемые физико-химические свойства — снизить температуру плавления жиров, повысить их пластичность и стабильность к окислению кислородом воздуха.

Переэтерификация — химическая реакция обмена структурных элементов жиров (ацильных групп глицерина или жирных кислот). Переэтерифицированные жиры предназначены в качестве компонентов маргариновой продукции, а также применяются в хлебопечении, при производстве аналогов молочного жира, кондитерского жира, комбинированных жиров. Данный процесс характеризуется корректировкой триглицеридного состава жиров и масел без изменения структуры жирных кислот и направлен на изменение физических свойств, т. е. консистенции.

Гидрирование (присоединение водорода). Гидрирование масел и жиров приводит к насыщению двойных связей ненасыщенных жирных кислот, что изменяет их физико-химические свойства, в частности переводит из жидкого в твердое состояние, что позволяет их использовать при производстве сливочного масла и маргарина. Данный процесс сопровождается образованием транс-изомеров жирных кислот, количество которых может достигать 40 %.

Фракционирование — разделение жира на различные фракции, обладающие специальными потребительскими свойствами. Наиболее часто подвергается фракционированию пальмовое масло, из которого получают две основные фракции: олеин — жидкая фракция пальмового масла с температурой плавления 19–24 °С, стеарин — твердая фракция пальмового масла с температурой плавления 47–54 °С.

4.2.7. Транс-изомеры жирных кислот

Транс-изомеры жирных кислот — особые формы молекул ненасыщенных жирных кислот, которые содержат одну или несколько двойных связей в транс-геометрической конфигурации.

Природные источники трансизомеров (2–5 % от общего количества жира) содержатся в молоке и жировых тканях жвачных животных (крупный рогатый скот, баранина). Материнское молоко также содержит некоторое количество транс-жиров (1–4 % в европейских странах, около 7 % в США и Канаде). Однако наибольшее количество транс-жиров потребляется с продукцией пищевой промышленности, использующей частично гидрогенизированные жиры (табл. 4.7).

Такие жиры обладают определенной текстурой, необходимой для технологических процессов, дольше хранятся, медленнее подвергаются окислению. Они широко применяются в кондитерской промышленности в качестве заменителя какао-масла при производстве конфет, шоколадных паст, прослойки вафель, изготовления печенья, в пищевой

Таблица 4.7. Содержания трансизомеров жирных кислот в различных жирах

Продукция	Содержание, %
Молочный жир	2,3–5,6
Говяжий жир	2,0–6,0
Саломасы	35–58
Растительные масла	<0,5
Мягкие маргарины	0,1–17
Маргарины для выпечки	20–40
Кулинарные жиры	18–46
Спреды	1,5–6

промышленности — для картофельных чипсов, мороженого с глазурью и т. д., общественном питании в качестве фритюрных жиров и жиров для жарки.

Исследования последних лет подтвердили положительную корреляцию потребления транс-изомеров жирных кислот с концентрацией липопротеидов низкой плотности, которые способствуют атеросклерозу, и риском ишемической болезни коронарных сосудов сердца. Также существуют данные о связи транс-жиров с депрессиями, диабетом, болезнями печени, раком и болезнью Альцгеймера.

Всемирная организация здравоохранения, которая рекомендовала в 2008 г. снизить их потребление до 1 % от суточной калорийности дневного рациона, в настоящее время пересматривает этот уровень в сторону понижения.

4.2.8. Низкокалорийные заменители жира

Избыточное потребление энергии среди населения развитых стран за счет жиров, а также широкое распространение ожирения, привели к появлению новых продуктов — жирозаменителей. Существуют несколько групп заменителей жиров в зависимости от компонентов, на основе которых они получены. Жирозаменители на основе углеводов (модифицированные крахмалы, мальтодекстрины, инулин, пектины и камеди) и на основе белков (концентратов сывороточного белка молока) способны удерживать влагу, создавая частицы, дающие во рту вкус и ощущение жира. Жирозаменители, полученные из полиэфиров сахарозы самостоятельно или в сочетании с белковыми или углевод-

ными жиросменителями, придают не только вкусовые ощущения, но и соответствующую текстуру.

Часть заменителей жира полностью усваивается организмом, но калорийность их ниже другие перевариваются частично, полностью разлагаясь только в толстом кишечнике. Некоторые жиросменители имеют слабительный эффект, что может привести к потере жирорастворимых витаминов. Ряд жиросменителей увеличивают чувство голода, способствуя увеличению калорийности рациона.

Большинство жиросменителей считаются безопасными, однако исследования долгосрочного их применения пока не были проведены.

4.3. УГЛЕВОДЫ

4.3.1. Функции углеводов в организме

Углеводные запасы организма невелики — содержание их не превышает 1 % массы тела. Но они, в соответствии с современными представлениями, выполняют важную пластическую функцию, участвуя в построении мукополисахаридов, входящих в соединительную ткань, и различных классов гликопротеидов, к которым относится большинство белков плазмы крови, иммуноглобулины, трансферрин, и др., а также являются составной частью нуклеиновых кислот, ряда гормонов и ферментов.

Углеводы выполняют рецепторную функцию: многие олигосахариды входят в состав воспринимающей части клеточных рецепторов или молекул-лигандов. Некоторые углеводы и их производные выполняют в организме специализированные функции: например, гепарин предотвращает свертывание крови в сосудах, гиалуроновая кислота препятствует проникновению бактерий через клеточную оболочку, глюкуроновая кислота участвует в обезвреживании токсичных веществ в печени. Галактоза является компонентом антигенов, которые определяют тип крови.

Глюкоза является основной формой, в виде которой углеводы циркулируют в крови, обеспечивая энергетические нужды организма.

Усваиваемые углеводы пищевых продуктов расщепляются под действие ферментов слюны, желудочного и кишечного соков в результате полостного и мембранного пищеварения. Всосавшиеся в тонком кишечнике моносахариды по системе воротной вены поступают в печень. Здесь большая часть их превращается в гликоген. Часть глюкозы

поступает в общий кровоток и используется как источник энергии. Некоторая часть глюкозы превращается в триглицериды и откладывается в жировом депо. Механизмы регуляции соотношения всасывания глюкозы, синтез гликогена в печени, его распад с высвобождением глюкозы и потребление ее тканями обеспечивают достаточно постоянный уровень глюкозы в крови.

Неусваиваемые углеводы (пищевые волокна) достигают толстого кишечника, где подвергаются воздействию ферментов кишечной микрофлоры. При этом часть пищевых волокон образует поток вторичных нутриентов, оказывающих значительное влияние на гомеостаз организма. Часть пищевых волокон остается нерасщепленной и удаляется в процессе акта дефекации.

4.3.2. Углеводы пищевых продуктов

Углеводам в питании человека принадлежит чрезвычайно важная роль. Наряду с жирами они являются источником энергии для организма человека.

По своему химическому строению углеводы делятся на сахара (в том числе моносахара и дисахариды), олигосахариды (включающие от 3 до 9 остатков моносахаридов) и полисахариды (построенные из 10 и более остатков моносахаридов) (табл. 4.8).

Таблица 4.8. Классификация углеводов

Класс	Подгруппа	Основные компоненты
Простые сахара	Моносахариды	Глюкоза, галактоза, фруктоза
	Дисахариды	Сахароза, лактоза
	Полиолы	Сорбит, манит, ксилит
Олигосахариды	Мальто-олигосахариды	Мальтодекстрины
	Другие олигосахариды	Раффиноза, стахиоза, фруктоолигосахариды
Полисахариды	Крахмал	Амилоза, амилопектин, модифицированные крахмалы
	Некрахмальные полисахариды (пищевые волокна)	Целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины, гидроколлоиды

С точки зрения пищевой ценности углеводы подразделяются на усваиваемые и неусваиваемые. *Усваиваемые углеводы* — моно- и олигосахариды, крахмал, гликоген. *Неусваиваемые углеводы* — целлюлоза, геми-

целлюлозы, инулин, пектин, гидроколлоиды. Энергетическая ценность усваиваемых углеводов равна 4 ккал в 1 г, за исключением полиолов, средняя энергетическая ценность которых равняется 2,4 ккал (кроме эритрита, энергетическая ценность которого равна нулю). Энергетическая ценность неусваиваемых углеводов равна 2 ккал в 1 г (в соответствии техническим регламентом Таможенного союза).

4.3.3. Простые сахара

К простым сахарам относятся моно- и дисахариды, их обычно обозначают термином «сахара». Иногда выделяют отдельную группу «свободных» или добавленных сахаров — это моно- и дисахариды, которые добавляются в продукты питания в ходе технологических процессов или домашнего приготовления, например, в кондитерские изделия, соки, кофе, чай и т. п. К добавленным сахарам относят также и мед — как продукт, содержащий повышенное количество сахаров (около 70 % фруктозы и глюкозы и примерно 10 % мальтозы и сахарозы).

Все простые углеводы обладают сладким вкусом. Интенсивность сладости выражают в условных единицах, принимая за 100 единиц сладость сахарозы (табл. 4.9).

Таблиц 4.9. Сравнительная сладость некоторых веществ

Вещество	Относительная сладость	Вещество	Относительная сладость
Сахароза	100	Сорбит	60–90
Фруктоза	117–175	Ксилит	90–160
Глюкоза	70–80	Изомальт	100
Галактоза	32	Цикламаты	2500–50000
Лактоза	16	Аспартам	18000–25000
Мальтоза	33–45	Сахарин	30000–65000
		Стевия	25000–30000

Глюкоза (виноградный сахар), фруктоза (фруктовый сахар), сахароза содержатся во многих фруктах, ягодах, зеленых частях растений (табл. 4.10). Содержание сахарозы особенно велико в сахарной свекле и сахарном тростнике, которые используются для промышленного производства пищевого сахара. Фруктозы много содержится в различных сиропах (кукурузном, глюкозном и др.), нашедших широкое применение в производстве напитков и ряда кондитерских изделий. Богатым природным источником фруктозы (около 40 %) является мед.

Таблица 4.10. Содержание сахаров в пищевых продуктах (г/100 г)

Продукты	Всего сахара	Фруктоза	Глюкоза	Сахароза	Отношение фруктоза / глюкоза
<i>Фрукты</i>					
Яблоко	10,4	5,9	2,4	2,1	2,0
Абрикос	9,2	0,9	2,4	5,9	0,7
Банан	12,2	4,9	5,0	2,4	1,0
Изюм	47,9	22,9	24,8	0,07	0,93
Виноград	15,5	8,1	7,2	0,2	1,1
Персик	8,4	1,5	2,0	4,8	0,9
Груша	9,8	6,2	2,8	0,8	2,1
Ананас	9,9	2,1	1,7	6,0	1,1
Слива	9,9	3,1	5,1	1,6	0,66
<i>Овощи</i>					
Свекла	6,8	0,1	0,1	6,5	1,0
Морковь	4,7	0,6	0,6	3,6	1,0
Кукуруза, сладкая	3,2	0,5	0,5	2,1	1,0
Красный перец, сладкий	4,2	2,3	1,9	0,0	1,2
Лук, сладкий	5,0	2,0	2,3	0,7	0,9
Сахарный тростник	13–18	0,2–1,0	0,2–1,0	11–16	1,0
Сахарная свекла	17–18	0,1–0,5	0,1–0,5	16–17	1,0

Галактоза в свободном виде встречается редко — в некоторых фруктах, меде, в основном она является составной частью молочного сахара лактозы, олигосахаридов раффинозы и стахиозы, а также некоторых полисахаридов.

Лактоза, состоящая из глюкозы и галактозы, является основным сахаром в молоке и молочных продуктах. В коровьем молоке содержится 4,6 % лактозы.

Мальтоза, дисахарид, содержащий глюкозу, находится в солоде (при производстве пива сбраживается в спирт).

Дисахариды расщепляются пищеварительными ферментами и так же, как и моносахариды, очень быстро всасываются в желудочно-кишечном тракте, откуда поступают в кровь, значительно повышая уровень глюкозы в крови.

Фруктоза не повышает уровень глюкозы в крови, и поэтому часто применяется в питании лиц с заболеванием сахарного диабета. В по-

следнее время появились гипотезы о неблагоприятном влиянии фруктозы на жировой обмен, повышенный уровень триглицеридов. У маленьких детей потребление соков с высоким содержанием фруктозы (яблочный, грушевый) может вызвать вздутие живота, метеоризм и диарею.

Полиолы (сахароспирты) — сорбит, манит, ксилит, изомальт, и др. используются в основном как подсластители и как водосвязывающие агенты. Они обладают значительно меньшей энергетической ценностью (от 1,6 до 3,0 ккал). Полиолы, как правило, не полностью всасываются в кровь из тонкого кишечника, и таким образом не влияют на изменения уровня глюкозы в крови по сравнению с обычными сахарами. Однако чрезмерное потребление полиолов (более 50 г за один раз) может привести к вздутию живота, диарее и метеоризму. Некоторые люди испытывают такие симптомы даже при небольшом количестве полиолов в продукте. Однако при постоянном использовании у большинства людей развивается толерантность к сахароспиртам, и данные симптомы прекращаются.

В настоящее время достоверно доказано, что повышенное потребление сахара вызывает только риск развития кариеса. Данные о роли избытка сахаров в развитии сахарного диабета, ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний и др. считаются недостаточными, но в то же время нельзя исключить их значение как факторов риска развития ряда заболеваний, поэтому количество ежедневно потребляемого сахара должно составлять не более 10–15 % от калорийности суточного рациона. Сахар как продукт питания имеет низкую пищевую ценность, поэтому избыточное его потребление вместо других продуктов, являющихся источниками эссенциальных нутриентов и биологически активных веществ, снижает пищевую ценность рациона.

4.3.4. Олигосахариды

Олигосахариды — раффиноза, паноза, стахиоза, вербаскоза, фрукто-олигосахариды и др. — встречаются в небольших количествах в бобовых, зерновых (пшеница, рожь), овощах (лук, чеснок, свекла, капуста) и фруктах (бананы, груши). Мальтодекстрины — продукт неполного гидролиза крахмала — находят широкое применение в пищевой промышленности в качестве наполнителя, загустителя, стабилизатора.

Олигосахариды в основном не перевариваются в тонком кишечнике и служат пищей для микрофлоры толстого кишечника. В зависимости от вида олигосахариды могут стимулировать или подавлять рост раз-

личных групп бактерий. Большинство олигосахаридов при брожении под действием бактерий выделяют повышенное количество газов (метана, водорода, двуокиси углерода), вызывая метеоризм в кишечнике. Именно эта причина является препятствием для применения муки из бобовых в различных изделиях. Однако при замачивании и длительной тепловой обработке содержание олигосахаридов в них резко снижается (до 80–90 %).

4.3.5. Сложные углеводы

Сложные углеводы (полисахариды) делятся на усваиваемые (крахмальные) полисахариды и неусваиваемые (некрахмальные) полисахариды.

Усваиваемые (крахмальные) полисахариды представлены в основном крахмалом и гликогеном.

Крахмал — главный компонент зерновых культур, продуктов их переработки, картофеля и некоторых овощей. В состав крахмала входят в различных соотношениях полимеры двух типов, построенных из остатков глюкозы: линейный полимер амилозы и разветвленный полимер амилопектин (табл. 4.11). Амилоза более плотно упакована в гранулах крахмала растений, поэтому более устойчива к перевариванию.

Таблица 4.11. Содержание амилозы и амилопектина в крахмале из различных видов продуктов

Виды крахмала	Амилоза, %	Амилопектин, %
Кукурузный	24	76
Кукурузный (из кукурузы восковой спелости)	<1	>99
Высокоамилозный кукурузный	70	30
Картофельный	20	80
Рисовый	18,5	81,5
Пшеничный	25	75

Часть крахмала в ряде продуктов считается резистентным, т. е. не усваивающимся в тонком кишечнике человека, что позволяет отнести его к пищевым волокнам. К резистентным крахмалам относится крахмал, недоступный для пищеварительных ферментов ввиду нахождения его внутри прочных клеточных стенок бобовых и некоторых зерновых культур (особенно в продуктах с использованием цельного зерна); крахмальные гранулы некоторых растений, например, в сыром картофеле, высокоамилозной кукурузе, зеленых бананах; а также

крахмал, который был подвергнут охлаждению после тепловой обработки (в хлебе, макаронных изделиях, в кукурузных чипсах и др.).

К числу резистентных крахмалов относятся также химически модифицированные крахмалы, которые в результате разнообразных видов воздействия (физического, химического, биологического) изменяют технологические свойства (гидрофильность, студнеобразование, способность к клейстеризации), при этом часто возникают связи, не поддающиеся действию амилаз.

Гликоген (животный крахмал) — важный запасной энергетический материал организма животных, откладывающийся в печени и мышцах, в процессе забоя животных и хранения мясных продуктов превращается в молочную кислоту, поэтому в продуктах практически не содержится.

Физиологическая потребность в усвояемых углеводах для взрослого человека составляет 50–60 % (с учетом добавленных сахаров) от энергетической суточной потребности.

4.3.6. Некрахмальные полисахариды

К некрахмальным полисахаридам относятся клетчатка, гемицеллюлозы, пектиновые вещества, гидроколлоиды.

Клетчатка (целлюлоза) и гемицеллюлозы — основные компоненты и опорный материал клеточных стенок растений. Целлюлоза является линейным полимером, состоящим из глюкозы, связанной бета-связью, гемицеллюлозы состоят из ветвистых коротких цепей (около 200 единиц) различных сахаров, например, глюкозы, ксилозы, маннозы, галактозы, арабинозы, глюкуроновой и галактуроновой кислот. В зерновых культурах растворимые гемицеллюлозы называются пентозанами.

Пектины — группа высокомолекулярных полисахаридов, входящих в состав клеточных стенок и межклеточных образований растений. В состав пектиновых веществ в качестве структурного компонента входит в основном галактуроновая кислота (около 65 %), которая связана с рамнозой, арабинозой, галактозой, ксилозой. Наибольшее количество пектиновых веществ находится в плодах и корнеплодах. Содержание пектина в растениях составляет (% от сырого веса): в яблоках — 1–1,5 %, абрикосах — 1 %, вишне — 0,4 %, апельсинах — 0,5–3,5 %, моркови — около 1,4 %. В настоящее время налажено получение препаратов пектина из яблочных выжимок, цитрусовых, свеклы, корзинок подсолнечника.

Гидроколлоиды (камеди, слизи) используются в небольших количествах в продуктах питания для увеличения вязкости, стабилизации, желирующей или эмульгирующей способности.

4.3.7. Роль пищевых волокон

Некрахмальные полисахариды не перевариваются пищеварительными ферментами желудочно-кишечного тракта и в физиологическом смысле являются основными составляющими пищевых волокон. Термин «пищевые волокна» в последние десятилетия неоднократно претерпевал изменения. Ранее к пищевым волокнам относились только компоненты клеточной стенки растений. В настоящее время в эту группу включаются и синтетические вещества. Кодекс Алиментариус (2009, 2010) относит к пищевым волокнам полисахариды с десятью или более мономерами, которые не гидролизуются ферментами в тонкой кишке человека. При этом, если пищевые волокна получены из сырья физическими, ферментативными или химическими методами или синтезированы, они должны обладать положительными физиологическими эффектами на здоровье человека. Если пищевые волокна входят в состав продуктов растительного происхождения, они могут включать фракции лигнина и/или других соединений, связанных с полисахаридами в клеточной стенке.

В ряде стран к пищевым волокнам также относят фрукто-, галакто- и другие неусваиваемые олигосахариды (со степенью полимеризации 3–9).

Основными источниками пищевых волокон являются отруби, бобовые, орехи, некоторые овощи и фрукты (табл. 4.12).

С современной точки зрения пищевые волокна рассматриваются как важнейшие функциональные компоненты пищи, которые обеспечивают рост «полезной» кишечной микрофлоры. Большая часть неперевариваемых углеводов обычно подвергается расщеплению бактериями в толстом кишечнике (табл. 4.13). При этом образуются короткоцепочечные жирные кислоты, играющие значительную роль в обменных процессах.

Благодаря раздражению механорецепторов кишечной стенки пищевые волокна стимулируют перистальтику кишечника и тем самым способствуют профилактике хронических запоров. Увеличивая объем пищи и замедляя пищеварение, клетчатка способствует возникновению и поддержанию чувства сытости. Клетчатка и гемицеллюлозы оказывают также противосклеротическое действие, ускоряя выведе-

Таблица 4.12. Содержание пищевых волокон в некоторых пищевых продуктах

Пищевой продукт	Количество пищевых волокон, г/100 г	Пищевой продукт	Количество пищевых волокон, г/100 г
Пшеничные отруби	43,0– 49,0	Орехи грецкие	4,6
Хлеб из ржаной муки	8,0	Орехи фундук	7,4
Хлеб зерновой	6,1	Миндаль	9,8–14,0
Хлеб пшеничный из муки 1с	3,2	Арахис	9,0
Хлеб пшеничный из муки в/с	2,3	Смородина черная	4,8
Фасоль	15,0	Киви	3,9
Нут	7,6	Апельсин	2,2
Чечевица	31,0	Абрикосы	2,1
Фасоль стручковая	2,5	Яблоки	1,8– 2,3
Капуста брюссельская	4,4	Груши	3,1
Капуста цветная	2,9	Изюм	4,0–5,4
Белокочанная капуста	2,0	Инжир	9,8
Морковь	3,0	Чернослив	7,1
Свекла	2,8	Курага	10,2

Таблица 4.13. Переваривание пищевых волокон в толстом кишечнике человека

Пищевые волокна	Степень гидролиза, %
Целлюлоза	20–80
Гемичеселлюлозы	60–90
Пектины	100
Гуаровая камедь	100
Отруби пшеничные	50
Резистентный крахмал	100
Инулин, олигосахариды	100

ние из организма избытка холестерина. Пектиновые вещества, кроме этого способны активно адсорбировать различные химические соединения, в том числе токсины, тяжелые металлы, радиоактивные вещества, и ускорять их выведение из организма. Это свойство пектиновых веществ используется в лечебно-профилактическом питании, особенно на промышленных предприятиях с вредными выбросами.

Потребность в неусвояемых углеводах составляет от 15 до 20 г/сутки.

4.3.8. Гликемический индекс и гликемическая нагрузка углеводов

В практике диетологии с 1980-х гг. появилось понятие *гликемического индекса*, который характеризует способность углеводов повышать уровень глюкозы в крови в течение двух часов после приема пищи и является одной из характеристик углеводсодержащих продуктов. При этом содержание глюкозы в крови вычисляют как площадь (S), ограниченную кривой роста глюкозы в крови после приема стандартного углевода или исследуемого продукта (рис. 4.5). В качестве стандарта обычно используют 50 г глюкозы, гликемический индекс которой равен 100. В некоторых странах в качестве стандарта используется пшеничный хлеб, содержащий 50 г крахмала.

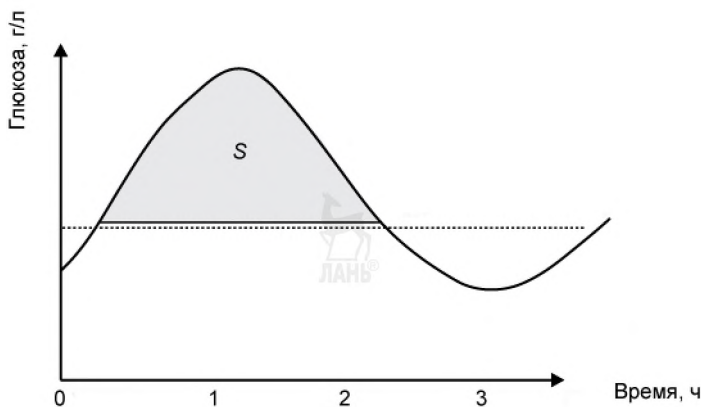


Рис. 4.5. Уровень глюкозы в крови после приема углеводов

Величина гликемического индекса зависит не только от вида углеводов (например, для крахмала важны соотношения амилозы и амилопектина), но и от влияния других нутриентов, содержащихся в продукте, в первую очередь пищевых волокон. Значительное их содержание существенно ограничивает доступность крахмала и других углеводов для расщепляющих их ферментов, и соответственно поступления глюкозы в кровь. Усвоение углеводов повышается при измельчении продуктов, а также при их тепловой обработке, приводящей к клейстеризации крахмала. В то же время при ретроградации крахмала (в частности, при остывании продуктов) усвоение углеводов уменьшается.

Гликемическая нагрузка — относительно новый способ оценки продуктов, который учитывает содержание углеводов. Например, арбуз обладает высоким гликемическим индексом, но, как правило, порция арбуза содержит незначительное количество углеводов, поэтому гликемическая нагрузка его низкая. Гликемическая нагрузка определяется как произведение значения гликемического индекса и доли углеводов в продукте. В зависимости от полученной величины различают продукты с низкой, средней и высокой гликемической нагрузкой (табл. 4.14).

Таблица 4.14. Значение гликемического индекса и гликемической нагрузки некоторых продуктов

Показатели	Низкий гликемический индекс (менее 55)	Средний гликемический индекс (от 55 до 69)	Высокий гликемический индекс (выше 70)
Низкая гликемическая нагрузка (менее 10)	Большинство овощей и фруктов Бобовые Орехи Хлеб ржаной, ржанопшеничный, с добавлением целых или дробленых зерен Мороженое	Свекла Ананас Абрикос	Арбуз Попкорн
Средняя гликемическая нагрузка (11–19)	Инжир Шоколад	Бананы Большинство продуктов из пшеничной муки (хлеб, печенье и др.) Мюсли Картофельные чипсы	Печеный картофель Картофельное пюре
Высокая гликемическая нагрузка (более 20)	Макароны Некоторые сорта риса (Басмати)	Рис Изюм Картофель фри	Зерновые завтраки Отварной картофель Некоторые сорта риса (жасмин)

Гликемический индекс может играть важную роль в профилактике и лечении сахарного диабета. Потребление продуктов с низким гликемическим индексом вызывает менее серьезные колебания уровня сахара в крови диабетиков. Пища с высоким гликемическим индексом подходит для восстановления энергии после тренировок у спортсменов или для людей, испытывающих состояние гипогликемии.

4.3.9. Изменения углеводов при производстве пищевых продуктов

Выщелачивание — потеря моно- и дисахаридов в процессе варки, бланширования, консервирования. Например, при бланшировании моркови потери углеводов составляют до 25 %, при последующем кипячении теряется еще 20 %. В других продуктах, например, горохе, капусте потеря менее выражена — около 12 % после бланширования и 7–13 % при варке.

Клейстеризация крахмала происходит в продуктах из зерновых культур и картофеля при нагревании в присутствии воды с образованием клейстера, при этом повышается биодоступность крахмала для действия пищеварительных ферментов. Ретроградация крахмала, происходящая при хранении крахмальных студней, наоборот, может привести к снижению усвояемости. В макаронных изделиях крахмальные зерна окружены непрерывным каркасом клейковины (комплексом белков пшеницы глиадина и глюteniна), которая ограничивает набухание и клейстеризацию. Это приводит к постепенному высвобождению крахмала для ферментативного пищеварения. Поэтому макаронные изделия имеют низкий гликемический индекс.

Термическая деградация углеводов приводит к образованию различных соединений, способных придавать пищевому продукту желательный или, наоборот, нежелательный аромат, а также токсичных соединений, например фурфурола.

Реакция меланоидинообразования (реакция Майяра). Это ряд последовательно и параллельно идущих реакций, в которых принимают участие восстанавливающие сахара и аминокислоты (белки, пептиды), в результате которых образуются пигменты — меланоидины — и различные ароматические соединения.

При температурах выше 120 °C возможно появление акриламида в результате реакции аспарагина с крахмалом. Наиболее интенсивно его образование происходит при температуре 170–180 °C. Наибольшее количество акриламида найдено в выпеченных изделиях из муки, заменителях кофе, картофельных чипсах и жаренном во фритюре картофеле.

Акриламид оказывает влияние на нервную систему, а также относится к продуктам с высоким риском мутагенного и канцерогенного действия.

4.4. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

4.4.1. Роль минеральных веществ в организме

В организме взрослого человека находится около 3,6–4,8 кг минеральных веществ (около 6 % от массы тела), которые выполняют различные функции. В состав неорганических веществ тела человека входят 22 обязательных химических элемента — кальций, фосфор, кислород, натрий, магний, сера, бор, хлор, калий, ванадий, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, молибден, хром, кремний, йод, фтор, селен. Основную часть составляют хлористые, фосфорнокислые и углекислые соли натрия, кальция, калия, магния. За редким исключением минеральные вещества в организме находятся не в свободном виде. Чаще всего они встречаются в виде ионов (катионов и анионов), реже — в виде связанных комплексов или хелатов, (например железо в гемме), и малая часть связана ковалентной связью с белками, например селен в селеносодержащих белках и ферментах в виде селеноцистеина.

Ежедневно часть минеральных веществ выводится из организма в составе пота, желчи, мочи, поэтому их запасы обязательно должны пополняться. Минеральный состав внутриклеточной жидкости организма строго поддерживается на одном уровне, при нехватке химические элементы поглощаются из других тканей, например костной.

В зависимости от содержания в организме их классифицируют на макро- и микроэлементы. Макроэлементы содержатся в относительно высокой концентрации — более 50 мг на кг массы тела. К ним относятся кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор и сера. Микроэлементы содержатся в небольших количествах — менее чем 50 мг на 1 кг массы тела. К ним относятся: железо, медь, марганец, цинк, кобальт, йод, фтор, хром, молибден. Данные элементы необходимы для участия в различных биохимических процессах в качестве структурных компонентов, электролитов, дефицит которых в питании вызывает конкретные проявления нарушения обмена веществ и клинические симптомы недостаточности у человека.

Функции таких микроэлементов, как кремний, ванадий, селен, никель, стронций, бор, до конца не выяснены, хотя установлены адекватные нормы их потребления.

В настоящее время ряд микроэлементов признаны необходимыми для жизнедеятельности. К ним относятся ионы железа Fe, меди Cu, цинка

Zn, марганца Mn, кобальта Co, хрома Cr, молибдена, ванадия, никеля Ni, а также йод J, фтор F, кремний Si, селен Se, германий Ge, бор B.

Значение минеральных веществ для организма чрезвычайно многообразно. Основные функции минеральных веществ:

- пластическая функция, особенно важна для формирования структуры костной ткани и зубов — Ca, P, Na, K, Mg, Cl, O, Si, Sr;
- регуляция водно-солевого обмена — K, Na, Cl, Ca, P;
- поддержание осмотического давления в клетках и межклеточных жидкостях, что важно для обмена воды и растворенных веществ внутри тела K, Na, Cl;
- участие в передаче нервных импульсов и сокращении мышц (K, Na, Ca);
- регуляция кислотно-щелочного равновесия организма, что важно для регуляции pH крови и других жидкостей организма — K, Na, Li, Cl;
- участие во всех видах обмена веществ в составе ферментов (или их активаторов), гормонов, витаминов — Cu, Zn, Mn, Sr, Si, Co, Se, J, Cr, F, Br;
- участие в процессах кроветворения и свертывания крови — Fe, Cu, As;
- поддержание коллоидных свойств тканей (все элементы).

Нормальная функция нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной и других систем невозможна без минеральных веществ. Длительный дефицит или избыток минеральных веществ в организме ведет к различным нарушениям обмена веществ и заболеваниям.

Основные причины неадекватного поступления минеральных веществ в организм человека (недостаточности или избыточности):

1. Длительное однообразное или несбалансированное питание, некачественная питьевая вода. При избытке или дефиците различных пищевых веществ в рационе нарушается усвоение макро- и микроэлементов. Например, усвоение кальция ухудшается при избыточном содержании в пище жиров, фосфора, магния, фитиновой кислоты, танинов, щавелевой кислоты.

2. Недостаток или избыток минеральных веществ в отдельных географических районах, обусловленный химическим составом почвы и воды отдельных районов и питанием преимущественно местными продуктами. В результате возникают эндемические, т. е. свойственные определенным районам заболевания. К таким заболеваниям относятся болезни

кожи, ногтей, волос, эндемический зоб и другие йоддефицитные заболевания, нарушения роста и развития, бесплодие, аллергия, заболевания сердечнососудистой системы, опорно-двигательного аппарата и др.

3. Периоды беременности и лактации при отсутствии коррективы в питании.

4. Употребление некоторых лекарственных средств, связывающих или вызывающих потерю микроэлементов.

5. Заболевания, ведущие к ухудшению всасывания минеральных веществ из желудочно-кишечного тракта, нарушению их обмена, повышенным потерям (болезни пищеварительной и эндокринной систем, почек, ожоги, кровопотери и т. д.).

Наиболее дефицитными в мире являются следующие микроэлементы (в порядке убывания): цинк, медь, магний, хром, железо, йод, селен. В России по данным Института питания РАМН значительная часть населения недополучает с пищей необходимое количество кальция, железа, йода, а в некоторых регионах — и селена.

4.4.2. Физиологическое значение отдельных минеральных элементов

Калий

Калий содержится в организме в количестве 0,2 %, или около 120 г. Калий является основным положительным ионом внутри клеток и таким образом принимает участие в регуляции водного и кислотно-щелочного баланса, участвует в поддержании осмотической концентрации крови, в процессах передачи нервных импульсов. Он необходим для функционирования скелетных мышц и особенно сердечной мышцы. В водном обмене калий является естественным антагонистом натрия, задерживающего воду в организме. Баланс обоих минералов, отвечающих за регуляцию физиологических процессов, особенно важен.

Недостаток калия проявляется мышечной слабостью, сердечными нарушениями (аритмия, тахикардия), сонливостью, мышечными спазмами, запорами (от нарушения функции гладкой мускулатуры). Продолжительный дефицит калия может быть причиной острой невралгии, паралича, нарушения дыхания.

Калий широко распространен во многих продуктах питания, так что при разнообразном питании спонтанно калиевая недостаточность возникнуть не может. Много калия содержится в сухофруктах, орехах (особенно в миндале и фисташках), бобовых, картофеле (особенно в слоях,

прилегающих к коже), грибах, бананах, а также присутствует в достаточных количествах в большинстве овощей и фруктов, мясе и рыбе.

Средняя потребность в разных странах **2650–4140 мг/сутки**, в РФ **3100 мг/сутки**.

Натрий и хлор

Натрий и хлор в организме человека составляют по 0,15 % или около 100 г каждый, находятся преимущественно вне клеток и совместно с калием участвуют в регуляции водно-солевого обмена, создании постоянного осмотического давления и соответственно влияют на водный баланс организма.

Натрий необходим для создания условий возникновения мембранного потенциала и мышечных сокращений, активации многих ферментов, хлор — для образования соляной кислоты желудочного сока, необходимой для процессов пищеварения, и как антибактериальный фактор.

Ионы натрия и хлора содержатся практически во всех продуктах, хотя большую их часть организм получает из поваренной соли. Как недостаток, так и избыток соли может привести к электролитным нарушениям, которые вызывают депрессии, ведут к нервным и психическим заболеваниям, нарушениям пищеварения и сердечнососудистой деятельности, спазмам гладкой мускулатуры, остеопорозу, анорексии. Недостаток соли организм восполняет разрушением костной и мышечной тканей.

Суточная потребность в натрии взрослого здорового человека составляет в среднем 1300 мг, что примерно соответствует 3,3 г поваренной соли.

В разных странах рекомендуемое количество соли составляет от 1150 до 4000 мг в день, предельно допустимый уровень потребления — 5750 мг. Необходимо учитывать, что многие продукты содержат некоторое количество соли (в %): хлеб — 1–1,5, сыры — 1,5–3,5; колбасы — 2–3,5; рыба слабосоленая — 5–8, среднесоленая — 9–14, горячего копчения — 2, холодного копчения — 8–11; икра лососевых — 6; консервы — 1,5–2.

По данным ВОЗ систематический прием избыточного количества соли приводит к повышению кровяного давления и, как следствие, к болезням сердца и почек, остеопорозу.

Максимальное количество соли, которое может быть переработано почками, составляет примерно 20–30 г, большее количество уже опасно для жизни.

Кальций

В организме взрослого человека содержится около 2 % кальция (примерно 1,2 кг), причем 99 % — в костях, остальное количество — в зубах, других органах, в плазме крови, во внеклеточной жидкости.

Главная роль в метаболизме кальция в организме человека принадлежит костной ткани. В костях кальций представлен фосфатами — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (85 %), карбонатами — CaCO_3 (10 %), солями органических кислот — лимонной и молочной (около 5 %). Минеральные компоненты костной ткани находятся в состоянии химического равновесия с ионами кальция в сыворотке крови. Поэтому при снижении концентрации кальция в крови он выводится из костей с последующим сокращением прочности костной ткани. Длительный дефицит кальция является одним из факторов формирования остеопороза — системного заболевания скелета, характеризующегося снижением массы кости в единице объема из-за нарушения метаболизма костной ткани с преобладанием процессов катаболизма, что приводит к хрупкости костей и высокому риску их переломов.

Он является необходимой составной частью ядра и мембран клеток, клеточных и тканевых жидкостей, влияет на кислотно-основное состояние организма, активирует ряд ферментов, оказывает противовоспалительное действие.

Кальций участвует в процессах возбудимости нервной ткани, сокращения мышц и свертывания крови. Уровень кальция в сыворотке крови постоянен и не меняется с изменением рациона питания. В качестве источника кальция для поддержания его постоянной концентрации в крови, мышцах и межклеточной жидкости организм использует костную ткань.

Обмен кальция в организме находится под нейрогормональным контролем и зависит как от физиологических факторов, так и от соотношения ряда компонентов в пище. Эффективность поглощения увеличивается в периоды высокой физиологической потребности. Дети могут поглощать до 60–75 % кальция, взрослые — от 15–20 % до 40 %, у пожилых людей всасывается 7–10 % кальция. Поэтому для лиц старше 60 лет количество кальция в рационе должно быть увеличено.

Всасывание кальция в кишечнике зависит от обеспеченности организма витамином D, активная форма которого, образуемая в почках (1,25-дигидроксихолекальциферол), необходима для функционирования систем транспорта кальция в тонкой кишке. При дефиците витамина D всасывание кальция резко нарушается, и организм начинает использовать кальций костей.

Для полноты всасывания кальция необходимы определенные соотношения с фосфором и магнием. Оптимальным отношением кальция к магнию в пище является $1 : 0,4$. Соотношение между фосфором и кальцием равно $1 : 1-1,5$.

Кальций всасывается из кишечника в виде комплекса с жирными и желчными кислотами. Как при недостатке, так и при избытке жиров в пище усвоение кальция ухудшается.

Ухудшается всасывание кальция из кишечника при наличии щавелевой кислоты, которой богаты шпинат, ревень, шавель, инжир, шоколад, а также при наличии фитатов, содержащихся в зерновых и бобовых культурах, семенах, орехах.

Употребление алкоголя может повлиять на состояние кальция как за счет уменьшения его поглощения, так и за счет ингибирования ферментов печени, которые необходимы для преобразования витамина D в его активную форму.

Часть поглощенного кальция выводится из организма с мочой, калом и потом. Увеличивают экскрецию кальция высокое употребление белка, натрия, кофеина. При повышенном содержании фосфора в пище в желудочно-кишечном тракте образуется не всасывающийся трехосновной фосфорнокислый кальций, который выводится из организма.

Кальций присутствует во многих обычных продуктах питания. Молочные продукты являются основным источником кальция, они содержат от 100–150 мг % кальция в молоке и твороге до 1000 мг % в сырах. Другими источниками кальция являются темно-зеленые листовые овощи, шпинат, капуста, брокколи, репа, морские водоросли, бобовые, орехи, некоторые виды рыб. Кальций содержится и в водопроводной воде.

Потребность в кальции для здоровых взрослых людей по нормам России и многих других стран составляет 1000 мг в сутки. В период беременности и лактации она увеличивается до 1300 мг в сутки.

Увеличивают количество кальция в диете в основном за счет молочных продуктов, добавляя при необходимости препараты кальция. Следует учитывать, что 0,5 л молока, кефира и других кисломолочных напитков обеспечивает поступление в организм примерно 600 мг кальция, 100 г жирного или полужирного творога — 150–160 мг, а всего лишь 20 г твердого сыра — около 200 мг кальция.

Фосфор

В организме взрослого человека содержится около 670 г **фосфора** (1 % массы тела), который необходим для образования костей и клеточного энергетического обмена.

В костях содержится около 80–85 % фосфора, 2/3 которого находится в виде труднорастворимого гидроксиапатита $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$. Большая часть остального количества фосфора находится внутри клеток, 1 % — во внеклеточной жидкости. Фосфор принимает участие во всех процессах жизнедеятельности, он необходим для нормального обмена веществ. Фосфор входит в структуру ДНК, РНК, обеспечивающих синтез белка. Он участвует в окислительном фосфорилировании, в результате которого образуется АТФ.

Фосфорилирование является также одним из основных путей превращения витаминов в их активные коферментные формы. Фосфор важен также для функционирования мышечной ткани, особенно сердечной мышцы. Неорганические фосфаты входят в состав буферных систем плазмы и тканевой жидкости и участвуют в поддержании кислотно-основного состояния. Фосфор активирует всасывание ионов кальция в кишечнике.

В организм человека фосфор поступает с растительной и животной пищей в виде фосфолипидов, фосфопротеинов и фосфатов.

Лучшими источниками фосфора являются все животные продукты, хотя много фосфора содержится в зерновых и бобовых. Содержание фосфора в сыре до 60 мг %, в фасоли — 500 мг %, в яичном желтке — 470 мг %, в рыбе — 250 мг %. Из зерновых и бобовых соединения фосфора усваиваются плохо из-за наличия фитиновой кислоты. Из животных продуктов в кишечнике всасывается 70 % фосфора, из растительных — 40 %. Замачивание круп и бобовых перед кулинарной обработкой улучшает усвоение фосфора. Во фруктах, ягодах, и почти во всех овощах фосфора мало. Однако фосфор в пище распространен настолько широко, что алиментарный дефицит его встречается очень редко, если только человек не питается длительное время одними фруктами и ягодами, голодает или вынужденно находится на диете со значительным ограничением фосфора.

Поддержание гомеостаза фосфора и регуляция его обмена осуществляются при участии витамина D и гормона паращитовидных желез.

Суточная потребность в фосфоре для здоровых людей составляет 800 мг, для беременных и кормящих женщин — 1000 мг. При недостатке фосфора в организме развиваются различные заболевания костей.

Магний

В организме содержится около 20–25 г **магния**, около 60 % приходится на костную ткань, 1 % во внеклеточной жидкости, остальной распределен внутри клеток, в том числе более половины в мышцах.

Магний — жизненно важный элемент, участвующий во множестве обменных реакций как компонент или катализатор более 300 ферментов, в том числе всех ферментов, необходимых для синтеза АТФ:

- участвует в регуляции сердечного ритма, оказывает антиспастическое и сосудорасширяющее действие, снимает мышечные спазмы;
- играет существенную роль в передаче нервного возбуждения, нормализации возбудимости нервной системы; участвует в углеводном и фосфорном обменах;
- способствует регуляции содержания кальция в крови, увеличивает его включение в костную ткань, укрепляет зубы;
- снижает свертываемость крови;
- является кофактором около 300 ферментов.

Основными источниками магния являются растительные продукты (злаковые, крупы, горох, фасоль). Так, в хлебе содержится 85–90 мг магния, в овсяной крупе — 116 мг %, горохе, фасоли — 105 мг %, в большинстве овощей — 10–40 мг %. Богаты магнием орехи — 170–230 мг %.

Низкое и высокое потребление белка препятствует поглощению магния, снижает его усвояемость также излишнее количество фосфатов, фитатов и жира. Легкий дефицит магния может произойти во время тяжелой болезни, беременности или в спортивных соревнованиях. Недостаточность магния может проявляться в раздражительности и эмоциональной неустойчивости, апатии, слабости, сопровождается снижением рефлексов, нарушением мышечной координации, снижением памяти. Диета, богатая магнием, рекомендуется при гипертонической болезни.

Потребность взрослого человека в магнии — 400 мг в сутки.

Железо

Железо в организме взрослого человека содержится в количестве 4–5 г. Около 2,5 г входит в состав гемоглобина крови, большая часть остального железа содержится в ферритиновых комплексах, которые присутствуют во всех клетках, но больше всего их в костном мозге, печени и селезенке. Около 10 % железа содержится в мышечном белке миоглобине и цитохромах. Небольшая часть (0,2 % от его общего количества) приходится на железо, входящее в состав плазмы крови и ферментов. Таким образом, железо выступает в качестве носителя кислорода из легких к тканям, железосодержащие ферменты участвуют в переносе электронов по дыхательной цепи, окислительно-

восстановительных процессах, синтезе стероидных гормонов и желчных кислот, в детоксификации посторонних веществ в печени. Белок трансферрин играет важную роль в активном делении клеток, в обеспечении врожденного иммунитета.

Основными источниками железа в организме являются пищевое железо, всосавшееся в кишечнике, и железо разрушенных эритроцитов. Величина железа, абсорбируемого из кишечника, зависит от трех факторов — количества железа в пищевом рационе, биодоступности железа и запасов железа в данном организме.

Различают две основные формы железа в пищевых продуктах — гемовое и негемовое. Гемовое железо находится в продуктах животного происхождения в составе миоглобина и гемоглобина, однако доля железа в составе гемоглобина (содержится в крови) в продуктах невелика, так как основные его поставщики — мясо и птица — проходят стадию обескровливания. Биодоступность гемового железа достаточно высокая и практически не зависит от влияния других пищевых веществ. В среднем поглощение гемового железа составляет около 25 %, но может варьироваться от примерно 40 % при дефиците железа в организме до 10 % при его избытке. Негемовое железо присутствует в составе солей в двух- или трехвалентной форме в продуктах растительного происхождения — зерновых культурах, бобовых, особенно чечевице и нуте, листовых овощах, некоторых фруктах и усваивается намного хуже. Необходимыми предварительными условиями всасывания негемового железа являются перевод его в растворимую форму и восстановление до двухвалентного состояния. Поглощение негемового железа не превышает 5–10 %.

Всасыванию железа способствуют аскорбиновая, лимонная кислота, содержащаяся в фруктах и ягодах, молочная кислота из сброженных овощей, например в квашеной капусте.

Биодоступность железа снижается в присутствии фитатов и ряда фосфорных солей, содержащихся в зерновых и бобовых культурах, фенольных соединений чая, кофе, какао, некоторых пряностей, большинства красных вин, белковых веществах сои. К ингибиторам всасывания как гемового, так и негемового железа из кишечника относят кальций.

Дефицит железа в организме приводит к развитию железодефицитной анемии. Анемия — состояние, характеризующееся уменьшением содержания эритроцитов и количества гемоглобина в единице объема крови. Развитию железодефицитных состояний может способствовать недостаток некоторых витаминов и минеральных веществ, участвующих в кроветворении. Среди взрослого населения наиболее подвержены железодефицитным состояниям женщины детородного возраста,

особенно беременные и кормящие матери. Затраты на одного ребенка составляют около 600 мг железа. Для восстановления его запасов требуется не менее 2,5–3 лет. Поэтому у женщин, рожавших с интервалами менее 2,5 лет, данный вид анемии развивается особенно часто. Следствием ее является снижение физической и умственной работоспособности, ухудшение развития плода и здоровья новорожденных, снижение резистентности к инфекциям, бледность кожных покровов и слизистых оболочек, ломкость волос, ногтей, сухость кожи, мышечная слабость и др.

Суточная потребность в железе по нормам питания России составляет для здоровых мужчин 10 мг, а для здоровых небеременных женщин — 18 мг. При этом учитывается, что из кишечника всасывается не более 10 % железа, содержащегося в пище. В США рекомендуемое потребление железа для мужчин и женщин — соответственно 10 и 15 мг/сут. В пожилом возрасте потребность в железе у мужчин и женщин одинаковая — 10 мг/сут.

Для профилактики железодефицитной анемии Всемирная организация здравоохранения рекомендует обогащать железом пищевые продукты массового потребления, а для групп высокого риска — назначать прием препаратов, содержащих железо. В России рекомендовано обогащать железом пшеничную муку высшего и первого сорта (30–40 мг/100 г), хлеб и хлебобулочные изделия (3–4 мг/100 г).

Йод

В организме здорового взрослого человека содержится около 15–20 мг **йода**, наибольшая концентрация в щитовидной железе. Биологическое значение йода заключается в его участии в образовании и нормальном функционировании гормонов щитовидной железы — тироксина и трийодтиронина, которые соответственно на 65 и 59 % состоят из йода. Поскольку гормоны щитовидной железы выполняют важные функции в регуляции метаболических процессов всего организма, в результате пониженной активности щитовидной железы возникают серьезные метаболические нарушения развития. Содержащие йод гормоны регулируют энергетический обмен, интенсивность основного обмена и теплопродукции, во взаимодействии с другими гормонами эндокринной системы воздействуют на белковый, липидный, углеводный, минеральный и водно-солевой обмены. Гормоны щитовидной железы влияют на состояние центральной нервной и сердечно-сосудистой системы, физическое и психическое развитие, иммунный статус организма.

Дефицит йода в питании людей наблюдается в районах с природным недостатком йода в почве, воде и местных пищевых продуктах (эндемические районы).

Недостаток йода во время беременности может явиться причиной рождения глухонемых, низкорослых детей с глубоким нарушением умственного развития вплоть до кретинизма. Умеренный недостаток йода у взрослых, не приводящий к развитию эндемического зоба, вызывает умственную заторможенность, головную боль, подавленное настроение. Со временем появляется аритмия и повышается артериальное давление.

Около 95 % йода поступает в организм с пищевыми продуктами, остальное — с водой и воздухом. Йод пищи хорошо всасывается из кишечника. Йодом особенно богаты морские продукты: рыба, рыбий жир, кальмары, мидии, креветки (300–3000 мкг/100 г). В пресноводной рыбе йода мало. Исключительно высоким содержанием йода отличаются морские водоросли (морская капуста, ламинария), причем в сухом виде их можно назвать концентратами йода (1600–8000 мкг).

Количество йода в растительных продуктах, мясе, молоке и молочных продуктах небольшое (7–16 мкг) и зависит в основном от места произрастания. Так, в эндемичных по йоддефицитным заболеваниям районах в растительных продуктах в 5–20 раз, а в мясе в 3–7 раз меньше йода, чем в таких же продуктах из неэндемических районов.

При кулинарной обработке содержание йода в пищевых продуктах уменьшается. При варке мяса и рыбы теряется до 50 % йода, при кипячении молока — около 25 %, варке круп и бобовых — 45–65 %, овощей — 30–60 %. При выпечке хлеба потери йода достигают 80 %, при варке картофеля целыми клубнями — 30 %, а в измельченном виде — 50 %. Йод теряется также при длительном хранении пищевых продуктов, особенно при повышенной температуре воздуха в хранилищах, при многократном замораживании и размораживании мяса и рыбы.

Йоддефицитные заболевания относятся к алиментарной патологии. Однако на распространенность и тяжесть йоддефицитных заболеваний влияют дополнительные факторы. Из эндогенных факторов имеют значение возраст, пол и состояние организма. Женщины более подвержены эндемическому зобу, чем мужчины. Очень чувствительны к дефициту йода грудные дети, а также подростки в период полового созревания, беременные женщины и кормящие матери. Установлено наличие врожденного индивидуального порога чувствительности к дефициту йода. Величина данного порога зависит от степени всасывания йода из кишечника, эффективности захвата йода клетками щитовид-

ной железы, скорости оборота йода в организме, соотношения гормонов щитовидной железы.

Из экзогенных факторов, влияющих на развитие йоддефицитных заболеваний, определенное значение имеют характер питания, сбалансированность рациона по всем нутриентам. Недостаток в питании полноценных белков, витаминов С и А, микроэлементов (медь, селен, марганец, кобальт и др.), преимущественно углеводное питание, избыток хрома, марганца, фтора — все это может усиливать проявление йодной недостаточности. Имеет значение потребление растительных продуктов, содержащих вещества, которые препятствуют поступлению йода в щитовидную железу (гойтрогены) или ингибируют фермент, необходимый для образования из йода гормонов (тиооксизолидоны). Высокое содержание указанных веществ в продуктах тоже носит эндемический характер, так как связано с повышенным содержанием серы в почвах некоторых местностей. Много гойтрогенов в капусте, редисе, брюкве, подсолнечнике, укропе, фасоли.

Во всем мире лучшим способом профилактики йоддефицитных заболеваний считается массовое использование йодированной поваренной соли. Также обогащают йодом воду, масло, хлеб, кондитерские изделия, молоко и кисломолочные продукты.

Суточная потребность в йоде для взрослых здоровых людей составляет 150 мкг (0,15 мг). Безопасной (физиологической) считается доза йода до 500 мкг/сут. Дозы, превышающие 1000 мкг/сут, называются лекарственными.

Фтор

Фтор в организме человека содержится в основном в костях и эмали зубов в составе фторапатита (всего около 5 г). Вместе с кальцием и фосфором участвует в построении костей и зубов и обеспечивает их твердость и крепость. Недостаток фтора в воде и пищевых продуктах способствует развитию кариеса зубов и снижению прочности костей, избыток приводит к возникновению флюороза (поражению костей, крапчатости зубной эмали, хрупкости зубов). Особенностью фтора являются узкие верхние и нижние границы его положительного действия на организм. Если в питьевой воде содержится менее 0,5 мг фтора на 1 л (0,5 мг/л), может возникнуть кариес зубов, если более 1,5–2 мг/л (по некоторым данным, более 1,0 мг/л) — флюороз.

Около 65 % фтора поступает в организм с водой, 35 % — с пищевыми продуктами, из которых фтор усваивается хуже, чем из воды. Наиболее богаты фтором морская рыба и нерыбные морепродукты. В морской

рыбе фтора в 9–10 раз больше, чем в пресноводной. Хорошим источником фтора является печень животных, а также чай. Молочные продукты, крупы, фрукты, ягоды и большинство овощей бедны фтором.

Суточная потребность во фторе ориентировочно составляет 0,5–1,0 мг.

Во многих странах фторируют водопроводную воду, если содержание фтора в ней ниже гигиенических нормативов. В местностях, эндемичных по флюорозу, необходимо дефторирование питьевой воды. В настоящее время препараты фтора используют при остеопорозе.

Цинк

Цинк в организме человека содержится в количестве 2–4 г, больше всего — в предстательной железе и в глазном яблоке, также много цинка в мозге, мышцах, костях, почках и печени.

- входит в состав более 200 ферментов, участвующих в самых различных реакциях обмена веществ;
- играет важную роль в метаболизме РНК и ДНК, передаче сигналов и экспрессии генов;
- входит в состав многих белков, например в плазме крови он связан с альбумином и трансферрином;
- играет ключевую роль в обмене белков, жиров, углеводов;
- необходим для деятельности многих гормонов, половых желез, гипофиза, надпочечников; является составной частью гормона поджелудочной железы — инсулина;
- обеспечивает нормальное кроветворение и костеобразование;
- поддерживает иммунный статус организма;
- способствует стабилизации клеточных мембран;
- является фактором антиоксидантной защиты.

Хорошо усвояемым цинком богаты мясо и внутренние органы животных, сыр, морепродукты, яйца. Фрукты, ягоды и овощи бедны цинком. Из зерен злаков и бобовых цинк плохо всасывается в кишечнике из-за наличия фитиновой кислоты, приводящей к снижению поглощения. Недостаток цинка приводит к нарушению роста, недоразвитию половых желез и другим симптомам у детей. Однако усвояемость цинка улучшается при употреблении хлеба, приготовленного из дрожжевого теста. Улучшают всасывание цинка из кишечника белки животного происхождения, ухудшают — фитины зерновых и бобовых продуктов, кальций, медь, железо.

Глубокий дефицит цинка в питании приводит к развитию специфического микроэлементоза, клинические проявления которого особен-

но часто наблюдаются у детей и беременных женщин. Относительная недостаточность цинка проявляется неспецифично и выявляется по многочисленным признакам: это — кожные нарушения (сухость кожи, ломкость ногтей), плохое заживление ран, выпадение волос, стоматит, гингивит, извращения обоняния и вкуса (ранние признаки дефицита цинка), ухудшение толерантности к глюкозе и т. д.

Суточная потребность в цинке для взрослых людей — 15 мг. При высоком содержании в рационе животных продуктов потребление может быть в 2 раза ниже этой величины, при преобладании в пище растительных продуктов — в 1,5–2 раза выше.

Медь

В организме взрослого человека содержится 90–150 мг **меди**, из которых 15–20 мг находятся в печени, а остальное — в других органах и тканях. Биологическая роль меди связана с ее участием в построении примерно 25 ферментов. Медь входит в состав цитохромоксидазы, моноаминоксидазы, тирозиназы, супероксидсмутазы и других жизненно важных ферментов. В составе белка церулоплазмينا медь участвует в окислении катехоламинов, серотонина и других ароматических аминов, а также в окислении двухвалентного железа в трехвалентное, которое способно связываться с трансферрином и транспортироваться таким образом к органам и тканям. Медь считается кроветворным элементом, участвующим в образовании гемоглобина и эритроцитов. Медь также важна для усвоения железа из пищи (поглощение в желудочно-кишечном тракте). Во время дефицита меди наблюдаются признаки дефицита железа и функциональных нарушений соответствующих ферментов.

Предполагается, что медь и цинк конкурируют друг с другом в процессе усваивания в пищеварительном тракте, поэтому избыток одного из этих элементов в пище может вызвать недостаток другого элемента.

Хорошими источниками меди являются мясо и печень животных, морская и пресноводная рыба, нерыбные морепродукты, орехи, крупы, бобовые, шоколад, каргофель, многие фрукты, ягоды и овощи. Бедны медью молочные продукты, а из яичных желтков она плохо усваивается.

В связи с разнообразием пищевых источников меди дефицит ее в организме у взрослых встречается редко — лишь при длительной диарее, выраженной белковой недостаточности, тяжелых заболеваниях кишечника, исключительно длительном молочном питании.

Суточная потребность взрослого человека в меди — около 1 мг. Потребность в меди может возрастать при анемии и остеопорозе.

Селен

Селен является одним из ключевых микронутриентов антиоксидантной системы организма. В организме человека его немного, всего 13–20 мг, он обнаружен в виде селенопротеидов в мышцах, слизистой оболочке кишечника. Он входит в состав глутатионпероксидаз и других ферментов.

Селен является одним из ключевых микроэлементов, обеспечивающих нормальную функцию ферментативной антиоксидантной системы организма. Селен и витамин Е считаются синергистами. Он положительно влияет на иммунную систему, повышает устойчивость к радиоактивному облучению, участвует в поддержании функции щитовидной железы и репродуктивных органов. Для селена особенно характерна дозозависимость действия: с одной стороны, выявлены его токсичность и канцерогенность, с другой — терапевтическая активность и антиканцерогенность.

Селен поступает в организм человека в основном в виде селеноцистеина и селенометионина, но некоторая часть — в виде неорганических солей. При поступлении последних в высоких дозах накапливается довольно токсичный гидроселенит. Однако в пищевых продуктах почти весь селен находится в органической форме.

Хорошие источники селена — рыба, морепродукты, орехи, крупы, мясо, грибы, яйца. Зерновые и бобовые могут содержать много селена, но это зависит от его количества в почве, где они произрастали. Так, содержание селена в пшеничной муке из Центрально-Черноземного региона России — 0,35 мг/кг, а Восточно-Сибирского — 0,04. В районах, где наблюдается недостаточное потребление селена (Иркутская, Читинская области, Бурятия и другие регионы), увеличивается рост онкологических заболеваний. Дефицит селена может быть следствием применения женщинами особых ограничительных диет. Так, низкобелковые диеты дают критически низкие уровни селена в пище.

При недостатке селена в питании проявляются сердечно-сосудистые заболевания, снижение иммунитета, болезни печени и поджелудочной железы, сопровождающиеся нарушением усвоения жиров и возникновением дефицита жирорастворимых витаминов, и в частности витамина Е. Дефицит селена — один из факторов развития анемии у недоношенных детей и бесплодия у мужчин. Предполагают, что дефицит селена связан с дефицитом других минеральных веществ.

Признаками токсического действия селена являются выпадение волос и ногтей, тошнота, диарея, потеря аппетита, головная боль, почечная недостаточность.

Потребность здорового взрослого человека в селене составляет 10–70 мкг/сут. Токсичная доза — выше 400 мкг.

Хром

В организме человека присутствуют преимущественно соединения трехвалентного **хрома**. В организме взрослого человека хрома содержится меньше, чем других микроэлементов (6–12 мг). Значительная часть хрома (до 2 мг) сконцентрирована в коже, а также в костях и мышцах. С возрастом содержание хрома в организме, в отличие от других микроэлементов, прогрессивно снижается.

Хром входит в состав не только важных ферментных систем, но и органического комплекса, получившего название «фактора толерантности к глюкозе». Этот фактор совместно с инсулином регулирует обмен глюкозы. При выраженном дефиците хрома снижается устойчивость организма к глюкозе и развивается диабетоподобное состояние.

Недостаток хрома неблагоприятно отражается на обмене холестерина. Однако его применение при лечении атеросклероза или сахарного диабета дало противоречивые и пока малоубедительные результаты, когда хром использовался в дозах, превышающих физиологические потребности.

Хорошие источники хрома — хлеб из муки грубого помола, бобовые, печень, мясо, рыба, дрожжи. Во фруктах, ягодах и большинстве овощей хрома мало. Дефицит хрома возможен при длительном преимущественном питании такими продуктами, как сахар, кондитерские изделия, хлеб из муки высшего сорта и др.

Ориентировочная суточная потребность в хrome взрослого человека — 200 мкг.

В настоящее время установлено значение для нормального обмена веществ и жизнедеятельности организма марганца, молибдена, кобальта, кремния, ванадия, стронция, бора, никеля.

Так, например, в организме взрослого человека содержится около 20 мг бора. Больше половины общего количества находится в скелете, а около 10 % приходится на мягкие ткани. Бор необходим для сохранения и развития костей, сдерживает развитие остеопороза, предотвращая деминерализацию костей, способствует повышению всасываемости кальция, стимулируя его метаболизм, способствует нормальному росту и развитию организма. Он оказывает заметное влияние на обмен кальция, фосфора и особенно магния. Бор содержится в основном в растительных продуктах, особенно много его в овощах, фруктах и орехах: бобовых — 500–700 мкг/100 г, абрикосах — 1000 мкг/100 г, яблоках — 250 мкг/100 г.

Ванадий относится к малоизученным микроэлементам. В организме человека присутствует около 110 мкг ванадия. Он впервые привлёк к себе всеобщее внимание в 1985 г. Современные исследования показывали, что ванадий может в значительной степени уменьшать потребность в инсулине и гипогликемических лекарствах. Помимо потребности в инсулине, ванадий снижает и уровень сахара в крови. Этот элемент полезен в лечении атеросклероза и сердечно-сосудистых болезней, необходим для нормальной работы нервной системы. Содержится ванадий в растительных продуктах — рис 400 мкг/100 г, крупа овсяная до 200 мкг/100 г, картофель — 150 мкг/100 г, морковь — 100 мкг/100 г.

Содержание этих микроэлементов в пищевых продуктах, как правило, достаточно для обеспечения потребности организма. В связи с этим у человека практически не встречаются заболевания, обусловленные их дефицитом. Однако некоторые элементы (кобальт, марганец, молибден) включают в специальные продукты для питания, в минеральные, витаминно-минеральные и другие препараты для обеспечения сбалансированности как минеральных, так и других пищевых веществ.

4.4.3. Кислотно-основное состояние организма

Минеральные вещества пищевых продуктов влияют на кислотно-основное равновесие в жидких средах организма, т. е. соотношение между активными водородными и гидроксильными ионами в узких пределах колебаний. От указанного соотношения зависит активность ферментных систем и, следовательно, интенсивность метаболических процессов.

Оптимальный pH (концентрация ионов водорода) крови здорового человека колеблется в довольно узких пределах: 7,35–7,45. Даже при небольших отклонениях возникают различные изменения в деятельности организма, а если pH крови становится ниже 6,8 или выше 7,8, клетки перестают функционировать и наступает смерть. Поэтому организм постоянно стремится сбалансировать уровень pH, для чего используется несколько регуляторных систем, которые обратимо связывают ионы водорода: химическая (буферные системы), биологическая (белки плазмы крови и клеток) и физиологическая (система выделения и система дыхания с ее функцией газообмена). Химические и биологические буферы, а также система дыхания позволяют связать избыток кислот или оснований, используя различные физиологические процессы, но толь-

ко почки могут выводить из организма метаболические кислоты, являясь конечным звеном в системе регулирования.

К факторам, способным влиять на уровень pH, относятся химический состав пищевых продуктов и скорость всасывания питательных веществ. Наибольшее значение имеют белки, а также ряд минеральных веществ и солей — хлориды, фосфаты, натрий, калий, кальций и магний.

Продукты могут быть классифицированы в зависимости от создания уровня кислой среды (табл. 4.15) в выделительной системе организма с помощью показателя потенциальной почечной кислотной нагрузки (PRAL), рассчитываемой в мЭкв на 100 г продукта по формуле:

$$\text{PRAL} = \text{сульфаты} + \text{хлориды} + \text{фосфаты} - \text{натрий} - \\ - \text{калий} - \text{кальций} - \text{магний}.$$

Фрукты, овощи, фруктовые соки, красное и белое вино имеют отрицательные значения. Они приводят к сдвигу кислотно-основного баланса в сторону ошелачивания из-за высокого содержания кальция и в силу сберегающего эффекта щелочных валентностей за счет молочной кислоты. Органические кислоты, которые содержатся во многих фруктах, ягодах и некоторых овощах, в процессе метаболизма окисляются до диоксида углерода и воды и в таком виде выводятся из организма, вследствие чего в нем сохраняются щелочные валентности за счет освобожденных калия, кальция, натрия и магния. Кроме того, во фруктах, ягодах и овощах много калия, а в некоторых из них — еще и магния с потенциально ошелачивающими свойствами.

Молоко, йогурт, яичный белок, жиры и масла являются относительно нейтральными с точки зрения кислотно-щелочного баланса.

Зерновые продукты, мясо, рыба, сыры и др. имеют кислотную направленность из-за высокого содержания фосфора и серы, из которых при метаболизме образуются кислые эквиваленты фосфорной и серной кислот. Эти кислоты при выделении из организма в виде солей связывают большое количество минеральных щелочных эквивалентов — калия, натрия, кальция.

В здоровом организме механизмы регуляции кислотно-основного состояния достаточно сильны, и pH крови остается постоянной, несмотря на периоды преобладания в рационе тех или иных пищевых продуктов. *Однако ряд исследований показывает, что в современной диете, богатой мясом, обработанными пищевыми продуктами, кофеином, pH потребляемой пищи значительно сдвинут в кислую сторону. Для поддержания равновесия организм постоянно расходует кальций, представляющий в виде фосфатов и карбонатов большой резервуар щелочных*

Таблица 4.15. Потенциальная почечная кислотная нагрузка некоторых продуктов

Пищевые продукты	PRAL, мЭкв	Пищевые продукты	PRAL, мЭкв
Сыр пармезан	34,2	Арахис	8,3
Плавленный сыр	28,7	Грецкие орехи	6,8
Чеддер с пониженным содержанием жира	26,4	Абрикосы	–4,8
Сыр гауда	18,6	Апельсин	–2,7
Твердый сыр (в среднем)	19,2	Киви	–4,1
Творог	11,3	Банан	–5,5
Йогурт	1,5	Изюм	–21,0
Молоко	0,7	Коричневый рис	12,5
Яйца куриные	8,2	Рис белый	4,6
Желток яйца	23,4	Овсяные хлопья	10,7
Белок яйца	1,1	Макароны	6,5
Индейка	9,9	Кукурузные хлопья	6,0
Телятина	9,0	Хлеб ржаной	4,1
Говядина нежирная	7,8	Хлеб пшеничный	3,8
Свинина нежирная	7,9	Хлеб цельнозерновой	1,8
Сосиски	6,7	Чечевица	3,5
Сахар	–0,1	Зеленая фасоль	–3,1
Мед	–0,3	Рыба	
Молочный шоколад	2,4	Форель	10,8
Огурец	–0,8	Треска	7,1
Брокколи	–1,2	<i>Напитки</i>	
Картофель	–4,0	Пиво	0,9
Помидор	–3,1	Кока-кола	0,4
Баклажан	–3,4	Пиво проект	–0,2
Сельдерей	–5,2	Вино белое	–1,2
Пуккини	–4,6	Кофе	–1,4
Шпинат	–14,0	Красное вино	–2,4
Грибы	–1,4	Чай черный	–0,3
Масло сливочное	0,6	Виноградный сок	–1,0
Маргарин	–0,5	Яблочный сок	–2,2
Оливковое масло	0,0	Апельсиновый сок	–2,9

резервов, а также калий, магний и натрий. Постоянная попытка восстановить равновесие с повышенным расходом щелочных минералов для создания буферных систем может привести к их истощению в организме и, как следствие, к хроническим заболеваниям.

4.5. ВИТАМИНЫ И ВИТАМИНОПОДОБНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Витамины относятся к важнейшим незаменимым пищевым веществам. Они не могут быть синтезированы в достаточных количествах в организме и должны поступать с пищей. Основным источником витаминов являются растения, однако они содержатся также и в продуктах животного происхождения, например в субпродуктах, в мясе, яйцах и молочных продуктах. Некоторые витамины синтезируются бактериями, обитающими в кишечнике (K , B_{12}). Все витамины являются низкомолекулярными органическими соединениями и проявляют свою активность в очень малых количествах — суточная потребность в них выражается в миллиграммах (мг) или микрограммах (мкг). При недостаточном поступлении витаминов в организм наступают характерные и опасные патологические изменения. В отличие от питательных веществ, витамины не поставляют энергию и не являются источниками пластического материала для построения клеток и тканей.

Витамины чаще всего классифицируют, в зависимости от растворимости, на водо- и жирорастворимые. В настоящее время к витаминам относят тринадцать незаменимых пищевых веществ, одни из которых являются жирорастворимыми (A , E , D и K), а другие (C , B_1 , B_2 , B_3 , B_5 , B_6 , B_9 , B_{12} , H) — водорастворимыми.

Водорастворимые витамины легко растворяются в воде и достаточно легко выводятся из организма. Запасы данных витаминов в организме ограничены (табл. 4.16), за исключением витамина B_{12} , поэтому они должны регулярно восполняться. Жирорастворимые витамины могут накапливаться в жировой ткани и в печени, поэтому чаще приводят к гипervитаминозам по сравнению с водорастворимыми витаминами.

Большинство витаминов представлено не одной, а несколькими формами (витамерами), часто имеющими сходную молекулярную структуру, каждая из которых обладает витаминной активностью (табл. 4.17). Например, витамин B_6 существует в виде трех витамеров: пиридоксина, пиридоксаля и пиридоксамина.

Таблица 4.16. Обеспеченность взрослого человека витаминами за счет собственных резервов организма

Витамин	Время хранения в организме	Витамин	Время хранения в организме
Витамин В12	3–5 лет	Рибофлавин	2–6 недель
Витамин А	1–2 года	Ниацин	2–6 недель
Фолиевая кислота	3–4 месяца	Витамин В ₆	2–6 недель
Витамин С	2–6 недель	Тиамин	4–10 дней

Таблица 4.17 Витамины и их основные витаминеры

Витамин	Основные витаминеры
	Водорастворимые витамины
Витамин В ₁	Тиамин, тиамин пирофосфат
Витамин В ₂	Рибофлавин, флаavin мононуклеотид (ФМН), флаavin адениндинуклеотид (ФАД)
Витамин В ₆	Пиридоксин, пиридоксамин, пиридоксаль
Витамин В ₁₂	Гидроксикобаламин, метилкобаламин, аденозилкобаламин, цианокобаламин
Биотин	Биотин
Ниацин	Никотиновая кислота, никотинамид ниацинамид
Пантотеновая кислота	Пантотеновая кислота
Фолиевая кислота	Фолиевая кислота, 5-метилтетрагидрофолат
Витамин С	Аскорбиновая кислота, аскорбат кальция, аскорбат натрия, другие соли аскорбиновой кислоты
	Жирорастворимые витамины
Витамин А	Ретинол, ретиаль
Витамин D	Эргокальциферол (D ₂), холекальциферол (D ₃)
Витамин E	Токоферолы (α-, β-, γ- и δ-токоферол), токотриенолы
Витамин K	Филлохинон (K ₁), метакхинон (K ₂)

Нумерация витаминов группы В является прерывной, так как у многих веществ, которые изначально считались витаминами, не подтвердились витаминные свойства.

Витамины А и D₃ могут образовываться в человеческом организме из провитаминов или веществ-предшественников. Для витамина А это каротиноиды α-, β-, γ-каротин и ксантофилл — β-криптоксантин. Витамин D₃ (холекальциферол) производится путем ультрафиолетового облучения (УФ) из своего предшественника, 7-дегидрохолестерина. Витамин D₂ имеет природный провитамин — эргостерин, относящийся к стеринам растительного происхождения.

Некоторые витамины находятся в состоянии достаточно сложной взаимосвязи. Например, витамин Е стабилизирует витамин А. Тетрагидрофолиевая кислота образуется только в помощь витамина С, который в свою очередь требует приема железа.

Витамины принимают участие практически во всех жизненно важных химических реакциях и обычно имеют несколько биохимических функций.

Большая часть витаминов (например, комплекс витаминов группы В) в составе коферментов регулируют и катализируют обмен веществ и разносторонне влияют на жизнедеятельность организма. Некоторые из витаминов обладают гормональной активностью и являются регуляторами минерального обмена (например, витамин D) или клеточного и тканевого роста (например, некоторые формы витамина А).

Витамины Е и С проявляют антиоксидантные свойства.

При сбалансированном питании все жизненно важные витамины поступают в организм в достаточном количестве, поэтому здоровый человек не нуждается в дополнительном приеме витаминов в виде специальных препаратов.

Потребность в витаминах зависит от многих факторов. Дети, подростки, беременные женщины и кормящие матери, профессиональные спортсмены, лица, занятые физическим трудом, а также пожилые люди нуждаются в повышенном количестве витаминов.

Курение и употребление алкоголя также требует увеличения потребления витаминов. Повышенное количество витаминов необходимо для лиц, переживающих состояние стресса, и больных, вынужденных принимать много различных лекарств. Особенно важны витамины при приеме антибиотиков, которые разрушают бактериальный фон кишечника.

4.5.1. Водорастворимые витамины

Витамин С (аскорбиновая кислота) выполняет многочисленные физиологические функции в организме человека. Прежде всего, он необходим для синтеза белка коллагена, основного белка соединительной ткани, что особенно важно для сохранения эластичности кровеносных сосудов. Витамин С участвует в метаболизме тирозина, биосинтезе норадреналина, некоторых пептидных гормонов, а также некоторых нейромедиаторов. Он регулирует синтез карнитина, ответственного за перенос жирных кислот в митохондрии для синтеза АТФ. Витамин С повышает сопротивляемость организма при инфекционных заболева-

ниях и экстремальных воздействиях, стимулируя синтез интерферонов. Кроме того, он способствует усвоению железа в тонком кишечнике, а также снижает образование нитрозаминов, являющихся сильнейшими канцерогенами.

Витамин С имеет важное значение как высокоэффективный антиоксидант в плазме крови и мышечных тканях, предотвращая разрушающее действие свободных радикалов на клетки организма.

Аскорбиновая кислота широко распространена в растениях и животных, причем около 10–20 % приходится на окисленную форму витамина С — дегидроаскорбиновую кислоту, которая сама по себе может необратимо распадаться, и не является биологически активной. Некоторые растения (шиповник, облепиха, черная смородина, красный перец) накапливают высокие уровни витамина С (табл. 4.18). В остальных фруктах и овощах, а также мясных субпродуктах (например, в печени и почках) содержание витамина С в несколько раз ниже.

Таблица 4.18 Содержание витамина С в некоторых продуктах, мг/100 г

Продукт	Содержание витамина С	Продукт	Содержание витамина С
Яблоки	10–30	Брокколи	90–150
Бананы, вишня	10	Капуста	30–60
Грейпфрут	40	Лук	10–30
Лимоны, апельсины	50	Петрушка	170
Клубника	40–90	Перец	125–250
Черная смородина, облепиха	200–250	Картофель	10–30
Плоды шиповника	1000	Шпинат	50–90

Содержание аскорбиновой кислоты в большинстве продуктов питания резко уменьшается при хранении, в ходе кулинарной обработки. При хранении в течение зимы картофель, капуста, яблоки могут потерять 40–60 % витамина С. При кипячении потери витамина С больше по сравнению с другими видами тепловой обработки и достигают 40 %.

Аскорбиновая кислота и ее соли широко используются в качестве антиоксидантных добавок к пище (Е300 — аскорбиновая кислота, Е301 — аскорбат натрия, Е302 — аскорбат кальция, Е303 — аскорбат калия, Е304 — эфиры жирных кислот аскорбиновой кислоты — аскорбилпальмитат).

Рекомендуемое суточное употребление витамина С в разных странах зависит от возраста, пола, группы риска и ряда дополнительных

факторов. В странах ЕС рекомендуемая суточная доза витамина С для взрослых составляет 45 мг. В США и Канаде — 90 мг/сутки для мужчин и 75 мг/сутки для женщин. В России оптимальная потребность в витамине С для взрослого человека — 60–70 мг в сутки. Профилактические дозы — до 150 мг и более. При беременности и грудном вскармливании рекомендуется повышать суточную дозу витамина С.

При полном прекращении поступления аскорбиновой кислоты в организм в период от 4 до 12 недель развивается цинга, для которой характерны разрыхление, опухание, кровоточивость десен и выпадение зубов, мелкие подкожные кровоизлияния и т. д.

При гиповитаминозе витамина С клинические проявления менее выражены и появляются в более поздние сроки, обычно через 4–6 месяцев. Ранними симптомами являются недомогание и вялость. Через 1–3 месяца развивается одышка и боли в костях, могут возникнуть миалгии из-за уменьшения синтеза карнитина. Также появляются изменения кожи, заболевания десен, расшатывание зубов, плохое заживление ран и др.

При длительном поступлении больших доз (1–2 г/сутки) витамина С возникает гипervитаминоз. Он характеризуется бессонницей, раздражительностью, жаром, отложением камней в почках из-за накопления щавелевой кислоты (продукт распада аскорбиновой кислоты). Могут возникнуть нарушения в генетическом аппарате клеток. Чрезмерное поступление витамина С крайне опасно в первые недели беременности, так как может спровоцировать выкидыш.

Витамин В₁ (тиамин) в качестве кофермента принимает участие в метаболизме различных процессов, в обмене углеводов (в частности в метаболизме пировиноградной кислоты), координирует деятельность нервов и мышц, принимая участие в синтезе одного из компонентов нервной ткани — миелиновых оболочек, а также ацетилхолина — нейромедиатора для передачи импульсов между нервами и мышцами.

Производные тиамин и тиаминзависимые ферменты присутствуют во всех клетках организма. Он играет важную роль в метаболизме углеводов, главным образом для получения энергии, а также в метаболизме жиров, белков и нуклеиновых кислот (ДНК, РНК). Особенно чувствительны к дефициту тиамин нервная система и сердце из-за их высокого окислительного метаболизма. Также его недостаток вызывает потенциально необратимое повреждение головного мозга.

Тиамин широко распространен в продуктах питания, но большинство содержат низкие концентрации витамина. Богатейшими источниками являются дрожжи (например, сухие пивные и пекарские дрожжи)

и печень (особенно свиная). Основным источником витамина B_1 в питании являются зерновые продукты. Учитывая, что тиамин расположен в наружных слоях оболочки и зародыше, наибольшее количество его содержится в продуктах из цельного зерна. Также источником витамина B_1 являются различные виды капусты, картофель, апельсины, яйца.

Так как витамин B_1 способствует утилизации энергии, его потребность тесно связана с калорийностью рациона, что в значительной степени зависит от индивидуального уровня физической активности. При адекватном потреблении калорий рекомендуемая доза тиамина составляет 1,5 мг/сутки. Дефицит тиамина может быть вызван недоеданием, а также диетой, богатой продуктами с высоким содержанием антитиаминового фактора (чай, кофе) и продуктами, содержащими сульфиты, используемые в качестве консервантов. Кофейная, хлорогеновая, а также дубильные и некоторые другие кислоты взаимодействуют с тиамином, препятствуя его поглощению. Антагонистами тиамина являются также флавоноиды — кверцетин и рутин. В пресноводной рыбе, некоторых моллюсках достаточно высока активность фермента тиаминазы, разрушающей тиамин, поэтому при повышенном количестве этих продуктов в диете может возникнуть дефицит тиамина. Часто нехватка витамина B_1 наблюдается при алкоголизме и ряде хронических заболеваний. Характеризуется B_1 -гиповитаминоз потерей аппетита, быстрой утомляемостью, мышечной слабостью, головными болями, ухудшением памяти, беспокойством, тахикардией, снижением функции желудочно-кишечного тракта.

Комплекс последствий недостаточности тиамина известен под названием болезни бери-бери. Системный дефицит тиамина может привести к различным проблемам в организме, в том числе нейродегенеративным, истощению и смерти.

Витамин B_2 (рибофлавин) является предшественником оксидоредуктаз и флавиновых коферментов (ФАД, ФМН), необходим для синтеза коферментных форм витамина B_6 и фолатина. Таким образом, рибофлавин необходим для широкого круга клеточных процессов. ФАД участвует в преобразованиях триптофана в ниацин, а также метаболически неактивных форм витамина А в активные. Рибофлавин играет ключевую роль в энергетическом обмене, в обмене жиров, кетонových тел, углеводов и белков.

Витамин B_2 нормализует состояние вегетативной нервной системы, состояние кожи и слизистых оболочек, стимулирует образование эритроцитов, регулирует работу печени, благоприятно влияет на сетчатку глаза.

При недостатке рибофлавина поражаются слизистые оболочки полости рта, кожи и глаз; отмечается сухость, шелушение и кровоточивость губ (хейлоз); появляются язвы в ротовой полости, боли в горле, снижение остроты зрения, конъюнктивит. В ряде случаев при авитаминозе имеют место анемия и нервные расстройства, проявляющиеся в мышечной слабости, жгучих болях в ногах и др.

Недостаток рибофлавина может быть первичным — при недостаточном потреблении источников витамина в ежедневном рационе, или вторичным — как следствие условий, которые влияют на его всасывание в кишечнике или увеличение выведения витамина из организма, а также прием медикаментов, являющихся антагонистами рибофлавина.

Рибофлавин находится во многих продуктах: кукурузе, бобовых, листовых зеленых овощах, бананах, хурме, молочных продуктах, мясе, яйцах, рыбе и др.

Суточная потребность в витамине B_2 в России для взрослого человека составляет около 1,5–2,4 мг. Рекомендации по употреблению витамина B_2 в разных странах колеблются от 1,3 до 1,6 мг/сутки для мужчин и от 1,1 до 1,3 мг/сутки для женщин.

Витамин PP (ниацин, никотиновая кислота, витамин B_3) является ключевым компонентом ферментов дегидрогеназ (НАД, НАДФ) и, следовательно, имеет существенное значение для метаболического использования энергии из углеводов, жиров и белков. Никотиновая кислота участвует в синтезе некоторых гормонов стероидной природы, репарации ДНК и имеет важное значение для регенерации кожи, мышц, нервов. Среди функций ниацина — участие в детоксикации чужеродных веществ.

Источники никотиновой кислоты — продукты с высоким содержанием белка — мясо, печень, рыба, молоко и яйца, а также крупы и некоторые овощи и фрукты. В зерновых продуктах значительная часть витамина PP находится в трудноусваиваемой форме. Витамин PP относительно устойчив к тепловой кулинарной обработке — разрушается обычно около 20 % витамина.

Дефицит витамина PP встречается редко, так как он может синтезироваться из аминокислоты триптофана. Установлено, что из 60 мг триптофана образуется 1 мг ниацина. В связи с этим потребность в этом витамине выражают в ниациновом эквиваленте, учитывающем и содержание триптофана. При низкобелковой диете, особенно при использовании в качестве основного продукта кукурузы, возникают воспаления полости рта и слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта,

дерматиты, депрессивные расстройства. Крайнее проявление недостаточности витамина РР носит название пеллагры.

Необходимое количество витамина РР для женщин составляет 15 мг, для мужчин — 20 мг в сутки.

Потребность взрослого человека в ниацине или его эквиваленте составляет 20 мг в сутки. В зарубежных странах необходимое количество витамина РР для женщин составляет 13–15 мг, для мужчин — 15–20 мг в сутки.

Пантотеновая кислота (витамин В₅) является частью кофермента А и, следовательно, играет важнейшую роль в метаболизме углеводов, жиров, аминокислот и пуринов. Пантотеновая кислота также участвует в синтезе холестерина, гемоглобина, стероидных гормонов надпочечников. Она играет важную роль в формировании антител, способствует усвоению других витаминов, а также принимает участие в синтезе нейротрансмиттеров.

Небольшие количества пантотеновой кислоты содержатся в большинстве продуктов питания, наибольшее количество — в мясе, печени, бобовых, в хлебе из цельного зерна.

Алиментарный дефицит пантотеновой кислоты встречается крайне редко — при длительном неполноценном питании. Симптомы включают слабость, быструю утомляемость, мышечные спазмы, нарушения сна, расстройство пищеварения.

Так как на сегодняшний день информации для расчета рекомендаций по потреблению пантотеновой кислоты недостаточно, то во многих странах пришли к мнению, что ежедневное суточное потребление от 3 до 12 мг является безопасным и вполне достаточным уровнем для взрослых. В России принята норма 5,0 мкг.

Пантотеновая кислота чувствительна к нагреванию, при термической обработке теряется почти 50 % витамина.

Витамин В₆ (пиридоксин) — группа природных соединений пиридина и его эфиров, обозначаемых термином пиридоксин. В качестве кофермента (пиридоксаль-5-фосфат) витамин В₆ необходим для работы более чем ста ферментов, катализирующих различные биохимические реакции в организме. Поэтому физиологические функции витамина В₆ варьируют в широких пределах.

Он участвует в метаболизме серосодержащих аминокислот, глюкозы, липидов, необходим для синтеза гемоглобина и миоглобина. Обеспечивая декарбоксилирование ряда аминокислот, способствует преобразованию их в биогенные амины, многие из которых являются нейромедиаторами и гормонами (серотонин, дофамин, адреналин и норадреналин).

Витамин B_6 играет важную роль в превращении триптофана в ниацин (витамин B_3) и соответственно в обмене холестерина. Также он необходим для умственного развития, иммунной функции, при депрессивных состояниях.

Витамин B_6 широко распространен в пищевых продуктах. Богатыми источниками витамина B_6 являются мясо, курица и печень, некоторые виды рыб, яйца. Из продуктов растительного происхождения много витамина B_6 в цельнозерновом хлебе, бобовых, бананах, орехах, особенно грецких, разных видах капусты.

Приготовление пищи, технологические процессы и хранение могут приводить к значительным потерям витамина B_6 в зависимости от формы витамина, присутствующего в пище. Потери в растительных продуктах меньше во время обработки, так как содержащийся в них пиридоксин более стабилен, чем пиридоксаль или пиридоксамин, находящиеся в животной пище. Например, при изготовлении сухого молока потери составляют 30–70 %.

Гиповитаминоз B_6 встречается редко, так как этот витамин содержится во многих пищевых продуктах, но может возникнуть при беременности во время токсикоза, в пожилом возрасте, у больных алкоголизмом. Длительный дефицит приводит к тяжелой анемии, потере аппетита, диарее, нервным расстройствам и снижению иммунитета.

Потребность взрослого человека в витамине B_6 составляет 1,1–1,5 мг/сутки для женщин, и 1,3–1,7 мг/сутки для мужчин. Потребность в витамине B_6 повышается при соблюдении белковой диеты, так как метаболизм белков требует наличия пиридоксина.

Витамин B_{12} (цианкобаламин) — группа кобальтсодержащих биологически активных веществ, называемых кобаламинами.

В качестве кофермента витамин B_{12} участвует в ряде метаболических циклов: цикле метионина, что очень важно для нормального функционирования центральной нервной системы; цикле фолиевой кислоты, при недостаточной активности которой накапливается гомоцистеин, являющийся фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний; цикле жирных кислот и некоторых аминокислот. Витамин B_{12} необходим для синтеза ацетил-КоА при формировании миелиновой оболочки нервных клеток ЦНС.

Функции витамина B_{12} связаны с синтезом тимидина в репликации ДНК, что влияет на процесс размножения клеток, в первую очередь костного мозга, участвующего в кроветворении. Влияние витамина B_{12} в этом процессе тесно связано с фолиевой кислотой, которая с его помощью превращается в активную форму.

Поступающий с пищей витамин B_{12} связывается с вырабатываемым в желудке особым белком (внутренний фактор Касла), благодаря чему всасывается в кишечник. Без этого фактора всасывается только 1 % витамина B_{12} . Поэтому при атрофических гастритах часто наблюдается B_{12} -дефицитная анемия (злокачественное малокровие). Серьезные недостатки этого витамина связаны с неврологическими расстройствами (потеря памяти, повреждение нервов и т. д.), риском развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Витамин B_{12} содержится только в продуктах животного происхождения, поэтому его дефицит может наблюдаться при длительной строгой вегетарианской диете. Наиболее высоким содержанием витамина B_{12} отличаются печень и почки.

Потребность взрослого человека составляет 3 мкг (0,003 мг) витамина B_{12} в сутки.

Фолатин (фолиевая кислота, витамин B_9). Производные фолиевой кислоты называются фолатами, поэтому фолатин иногда обозначают термином «фолаты». Биологически активной формой фолатина является тетрагидрофолиевая кислота, получаемая путем ряда реакций в печени.

Фолатин, как и витамин B_{12} , в качестве кофермента участвует в синтезе аминокислот, таких как метионин, гистидин и серин, в синтезе нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и процессе репликации ДНК. В первую очередь от нехватки фолиевой кислоты страдает костный мозг, в котором происходит активное деление клеток. Наличие фолиевой кислоты особенно важно в периоды быстрого роста организма, особенно на стадии внутриутробного развития и в раннем детстве.

Лучший источник фолиевой кислоты в рационе — зеленые листовые овощи, такие как шпинат, петрушка, различные виды капусты, бобовые, некоторые цитрусовые. Много фолатина содержится в печени.

Фолатин легко разрушается при кулинарной обработке пищи, особенно овощей, при длительной варке которых теряется до 90 % фолатов. Небольшое количество фолатина образуется кишечной микрофлорой.

Суточная потребность в фолатине взрослых здоровых людей — 200 мкг (0,2 мг), возрастает при болезнях кишечника и печени, рентгенотерапии, длительном приеме антибиотиков и др.

Биотин (витамин Н) является коферментом различных ферментов, регулирующих процессы аэробного дыхания, а также обмен белков, жиров и углеводов. Он участвует в синтезе простагландинов из незаменимых жирных кислот. Биотин необходим для роста и восстановле-

ния коллагена, что особенно важно для кожи, волос, ногтей, нервной ткани и костного мозга.

Содержится почти во всех продуктах, в основном в печени, почках, орехах, цветной капусте, бобовых, яичном желтке. Сырые яйца содержат авидин, соединяющийся в кишечнике с биотином и препятствующий его усвоению, поэтому длительное употребление сырых яиц может привести к недостаточности витамина Н.

Дефицит биотина встречается редко, так как здоровая микрофлора кишечника синтезирует его в достаточном для организма количестве.

Суточная потребность в России — 0,50 мг в сутки. В Европе нормальное потребление биотина для взрослых составляет от 15 до 100 мкг в сутки. В США уровень адекватного потребления для взрослых составляет 25 мкг биотина в сутки.

4.5.2. Жирорастворимые витамины

Витамин А включает в себя ряд соединений — ретиноидов, важнейшими из которых являются ретинол, ретиналь и ретиноевая кислота. Он регулирует обменные процессы эпителиальных и других клеток. Витамин А необходим для процессов фоторецепции, так как участвует в образовании родопсина — основного белка глаза. Распад родопсина под влиянием света играет важную роль в возникновении зрительного ощущения, сумеречного зрения, восприятии цвета. Витамин А повышает сопротивляемость организма инфекциям, воздействуя на иммунный статус.

Витамин А поступает в организм в виде собственно витамина А (ретиноидов) и провитаминов — бета-каротина, альфа-каротина, а также бета-криптоксантина. Ряд каротиноидов, таких как ликопин, лютеин и зеаксантин, не обладают витаминной активностью.

Каротиноиды в адекватных количествах положительно влияют на иммунитет, обладают антиоксидантными свойствами.

Витамин А, содержащийся в продуктах животного происхождения, имеет активную форму и сразу становится доступным для организма; каротиноиды и ксантофиллы должны быть преобразованы в активные формы, поэтому их биодоступность ниже.

Биологическая активность витамина А и каротиноидов может выражаться в различных единицах. Так, один микрограмм витамина А равняется 3,3 международным единицам, или 1 ретиноловому эквиваленту, или 6 мкг бета-каротина, или 12 мкг других каротиноидов. Активность каротиноидов значительно меньше и зависит от их формы

и растворимости в жире. Более поздние исследования института медицины США показали, что поглощение каротиноидов, нерастворенных в жире, вдвое меньше, чем считалось ранее, поэтому для сравнения ценности продуктов питания была предложена величина эквивалента активности ретинола (RAE) вместо эквивалента ретинола (табл. 4.19).

Таблица 4.19. Соответствие витамина А и различных каротиноидов ретиноловому эквиваленту

Название	Микрограмм международных единиц (МЕ) на 1 мкг вещества	Микрограмм эквивалента ретинола (RE) на 1 мкг вещества (ФАО, 1967)	Микрограмм эквивалента активности ретинола (RAE) на 1 мкг вещества (США, 2001)
Ретинол	3,33	1	1
Бета-каротин, растворенный в жире	—	1/2	1/2
Бета-каротин	1,67	1/6	1/12
Альфа-каротин	0,83	1/12	1/24
Гамма-каротин	0,83	1/12	1/24
Бета-криптоксантин	0,83	1/12	1/24

Витамин А содержится в животных продуктах (рыбьем жире, икре, печени, сливочном масле, яичном желтке, молоке и др.), каротиноиды и ксантофилл — во фруктах и овощах с желтой, оранжевой и темно-зеленой окраской — морковь, тыква, сладкий перец, брокколи, петрушка, зеленый лук и др.

Каротиноиды лучше всасываются при попадании в организм в составе жирной пищи. Кроме того, в овощах, особенно с жесткой клеточной стенкой (например, морковь), каротиноиды лучше усваиваются, когда овощи подвергнуты варке или измельчению.

Дефицит витамина А встречается в основном в развивающихся странах. При авитаминозе ретинола задерживаются процессы роста, развивается «куриная слепота», при которой нарушается зрение в условиях низкой освещенности, возникают серьезные изменения в структуре эпителия и репродуктивных органов. При дефиците витамина А, секретирующие слизь клетки замещаются на клетки, продуцирующие кератин, что приводит к сухости кожи.

Избыточное потребление витамина А вызывает токсический эффект — гипервитаминоз А. При этом возникают тошнота, рвота, головная боль, потеря координации и нарушения зрения. Острый гипервитаминоз возникает в результате приема 1 000 000 МЕ и более витамина А (1 мкг ретинола соответствует 3,3 МЕ), хронический — при приеме

100 000–500 000 МЕ. При хронической токсичности снижается аппетит, появляются боли в мышцах, наблюдаются выпадение волос и неврологические расстройства.

Возникновение гипervитаминоза А в подавляющем числе случаев вызвано неправильным приемом концентрированных препаратов витамина А. Некоторые продукты (печень тюленя, других морских животных, а также белого медведя) содержат сверхвысокие дозы витамина А, но в питании большинства людей они отсутствуют. При избыточном потреблении каротиноидов (например, морковного сока по 1 л и более в день) возникает пожелтение кожи, которое после уменьшения дозы каротиноидов пропадает.

Рекомендуемое суточное потребление витамина А: 700–1000 микрограмм (мкг) ретинолового эквивалента (РЭ) в сутки для мужчин, 600–800 мкг РЭ/сутки для женщин. В США рекомендуемая доза витамина А (ретинола) для взрослых составляет 900 мкг (мужчины) и 700 мкг (женщины) в сутки.

Витамин D (кальциферол) существует в нескольких формах, известных под общим названием кальциферолы, основными являются витамин D₂, или эргокальциферол, и витамин D₃, или холекальциферол. Витамин D₃ может синтезироваться в организме путем ультрафиолетового облучения своего предшественника, 7-дегидрохолестерина. Превращение в биологически активные формы витамина D (прогормон кальцидиол и кальтриол) происходит в печени и почках.

Витамин D поддерживает концентрацию кальция и фосфатов в крови, увеличивая или уменьшая поглощение минералов в тонком кишечнике. Он регулирует отложение кальция в костной ткани и зубах. Витамин D также способствует предотвращению зубного кариеса и патологий десен, необходим в предотвращении остеопороза, ускоряет заживление переломов. Кроме того этот витамин важен для нормального функционирования иммунной системы, сердца, мозга, половых желез.

Витамин D₃ поступает в организм с животными продуктами — жирной рыбой (сельдь, лосось, скумбрия и др.), яйцами, сливочным маслом, молочными жирами. В летних молочных продуктах и яйцах в 2–3 раза больше витамина D, чем в зимних. Витамин D₂ содержится в основном в грибах.

Дефицит витамина D может привести к снижению минеральной плотности костной ткани и остеопорозу, D-авитаминоз у детей вызывает рахит, который характеризуется изменением скелета, размягчением и деформацией костей, отставанием в нервно-психическом и физическом развитии.

Избыточное потребление витамина D вызывает тяжелое заболевание, D-гипервитаминоз, характеризующийся аномально высокой концентрацией кальция в крови, который выводится из костей, что может привести к повреждению почек. Кальций также может откладываться в мышцах, сердце, кровеносных сосудах, легких, и т. д. Хроническая передозировка витамина D проявляется повышенным кровяным давлением, головной болью, нарушениями в работе желудочно-кишечного тракта, психическим расстройством. У детей может наблюдаться повышенная температура, задержка роста, раздражительность.

Потребность в витамине D для здоровых взрослых людей составляет 100–200 МЕ (2,5–5 мкг) в сутки и увеличивается при малом солнечном облучении (например, у жителей Севера), при переломах костей, остеопорозе и др.

Витамин E существует в восьми природных формах — четырех токоферолах (альфа, бета, гамма, дельта) и четырех токотриенолах (альфа, бета, гамма, дельта). Отличия в структурной формуле токотриенолов — в ненасыщенной боковой цепи, содержащей три двойные связи.

Наибольшей биологической активностью обладает α -токоферол (табл. 4.20). В рационе в основном распространен γ -токоферол.

Таблица 4.20. Биологическая активность естественных токоферолов

Название	Биологическая активность, %	Название	Биологическая активность, %
α -токоферол	100	α -токотриенол	30
β -токоферол	50	β -токотриенол	5
γ -токоферол	10	γ -токотриенол	—
δ -токоферол	3	δ -токотриенол	—

Витамин E (токоферолы) имеет множество биологических функций. Антиоксидантная функция считается наиболее важной функцией витамина E. Витамин E защищает ПНЖК и другие компоненты клеточных мембран и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) от окисления свободными радикалами. Также витамин E принимает участие в клеточном дыхании и других процессах метаболизма клеток, нормализации системы свертывания крови, в предупреждении тромбообразования, влияет на функцию половых и других эндокринных желез, важен для неврологических функций.

Биологическая роль триенолов изучена еще недостаточно, но ученые предполагают, что эта форма витамина E обладает более мощными антиоксидантными свойствами.

К основным источникам токоферолов относятся растительные масла (подсолнечное, соевое, кукурузное и др.), орехи, цельные злаки, наибольшее количество содержится в масле зародышей пшеницы. Токотриенолы найдены в пальмовом, кокосовом маслах, масле рисовых отрубей, масле какао, масле зародышей пшеницы.

Витамин Е не теряет своих свойств при кулинарной обработке, но разрушается при прогоркании жиров и под действием солнечных лучей, что следует учитывать при хранении растительных масел.

Содержание витамина Е в пищевых продуктах выражают в «альфа-токофероловом эквиваленте» (альфа-ТЭ), который ввели для унификации биологической активности разных форм витамина Е (1 мг альфа-токоферола равен 1 ТЭ).

Дефицит витамина Е встречается редко, в основном у людей с нарушением поглощения жиров.

Суточная потребность в витамине Е для взрослых — 15 токофероловых эквивалентов.

В разных странах рекомендации по потреблению витамина Е варьируют в зависимости от возраста, пола и показаний к применению. В Европе рекомендованная доза альфа-токоферола среди взрослых составляет от 4 до 15 мг/сут для мужчин и от 3 до 12 мг/сут для женщин. В США рекомендуемая доза для взрослых составляет 15 мг альфа-токоферола в сутки. Обеспечить рекомендованное поступление витамина Е в дозе 15 мг достаточно сложно, даже при разнообразной диете.

Витамин К — групповое название для ряда производных менадиона, известных как витамины К₁ (филлохинон), и К₂ (менахинон). Витамин К необходим прежде всего для механизма свертывания крови, участвуя в синтезе протромбина и других антикоагулирующих факторов. В отсутствие витамина К данные белки по-прежнему синтезируются, однако не являются функциональными. Витамин К играет значительную роль в нормальном состоянии сердечно-сосудистой системы. Он участвует в костном метаболизме, регулируя минерализацию костной ткани.

Около 90 % потребления витамина К в обычной диете приходится на витамин К₁, который в основном содержится в зеленых листовых овощах, таких как шпинат, петрушка, различных видах капусты (белокочанная, брокколи, цветная, брюссельская), а также во фруктах (авокадо, киви и виноград). Витамин К₂ синтезируется в тканях животных и содержится в мясе, яйцах, молочных продуктах. Также он синтезируется микрофлорой кишечника.

Алиментарная недостаточность витамина К возникает крайне редко в связи с его широкой распространенностью в пищевых продуктах и термостабильностью.

Суточная потребность в витамине К для здоровых взрослых людей составляет ориентировочно 100–150 мкг. Потребность увеличивается при болезнях печени с нарушением образования и выведения желчи, болезнях кишечника, кровотечениях и др.

В некоторых странах Европы органы здравоохранения не установили рекомендуемую дозу витамина К. Однако в Германии, Австрии и Швейцарии рекомендуемая суточная доза витамина К составляет 70 мкг для мужчин и 60 мкг для женщин. В США уровень адекватного потребления витамина К для взрослых составляет 120 мкг/сут для мужчин и 90 мкг/сут для женщин.

4.5.3. Витаминоподобные вещества

Витаминоподобные вещества — группа условно незаменимых факторов питания, которые влияют на обмен веществ, напоминающих по физиологическому действию витамины, но при дефиците которых не наблюдается развития патологических изменений (витаминной недостаточности). Большинство из них ранее считались витаминами. Основные витаминоподобные вещества — холин, инозит, карнитин, коэнзим Q10, липоевая и оротовая кислоты, витамин U.

Холин — витаминоподобное вещество, составная часть лецитина и нейромедиатора ацетилхолина. Холин участвует в синтезе фосфолипидов и в обмене их в печени. Он влияет на углеводный обмен, регулируя уровень инсулина в организме. Как источник метильных групп, участвует в синтезе метионина и является липотропным фактором. В комплексе с лецитином способствует транспорту и обмену жиров в печени.

Холин содержится в яйцах, печени, бобовых, особенно в сое, мясе животных и птиц, пшенице, многих овощах.

Рекомендуемые уровни потребления для взрослых — 500 мг/сутки.

Повышенное потребление холина за счет пищевых источников и препаратов традиционно рекомендуется при беременности, некоторых заболеваниях — при жировой дистрофии и циррозе печени, атеросклерозе, гипотиреозе, хроническом алкоголизме.

Инозит (витамин B₈) участвует в обмене веществ, вместе с холином участвует в синтезе лецитина, оказывает липотропное и антиатеросклеротическое действие, восстанавливает структуру нервной ткани, оказывает антидепрессантное воздействие.

Рекомендуемые уровни потребления: для взрослых — 500 мг/сутки.

L-карнитин играет важную роль в энергетическом обмене, осуществляя перенос длинноцепочечных жирных кислот через внутреннюю мембрану митохондрий для последующего их окисления и тем самым снижает накопление жира в тканях. Основными пищевыми источниками L-карнитина являются мясо, рыба, птица, молоко, сыр, творог. Дефицит карнитина способствует нарушению липидного обмена, в том числе развитию ожирения, а также дистрофических процессов в сердце.

Рекомендуемый уровень потребления для взрослых — 300 мг/сутки.

Коэнзим Q10 (убихинон) — принимает участие в реакциях окислительного фосфорилирования, синтезе АТФ, сократительной деятельности сердечной мышцы. Кофермент Q необходим для нормальной жизнедеятельности многих органелл и, прежде всего, для функционирования тканей с высоким уровнем энергетического обмена (сердце, печень, почки). Наибольшее количество содержится в мясе, печени, жирной рыбе, орехах, бобовых.

Рекомендуемый уровень потребления для взрослых — 30 мг/сутки.

Липоевая кислота участвует в регулировании липидного и углеводного обмена, стимулирует обмен холестерина. Улучшает функции печени, снижает повреждающее влияние на нее токсичных соединений, в том числе алкоголя, участвует в обмене аминокислот и жирных кислот.

Липоевая кислота содержится почти во всех продуктах, в наибольшем количестве в почках, сердце, печени.

Рекомендуемый уровень потребления для взрослых — 30 мг/сутки.

Метилметионин (метилметионинсульфоний, витамин U) участвует в метилировании гистамина, что способствует нормализации кислотности желудочного сока и проявлению антиаллергического действия. Традиционно витамин U считается противоязвенным фактором. Большое количество метилметионина содержится в капусте, другие источники — спаржа, морковь, томаты, лук и др.

Рекомендуемый уровень потребления для взрослых — 200 мг/сутки.

Оротовая кислота (витамин B₁₃) участвует в синтезе нуклеиновых кислот, фосфолипидов и билирубина, в превращениях фолиевой и пантотеновой кислот, в метаболизме цианокобаламина. Синтезируется микрофлорой толстого кишечника. В наибольшем количестве находится в печени и молочных продуктах.

Рекомендуемый уровень потребления для взрослых — 300 мг/сутки.

Парааминобензойная кислота (B₁₀) участвует в метаболизме белков и кроветворении, необходима для синтеза фолиевой кислоты. Пара-

аминобензойная кислота является «фактором роста» для многих видов кишечной микрофлоры, например лакто- и бифидобактерий. Пищевые источники включают печень, яйца, пивные дрожжи (и нефilterованное пиво), почки, грибы, цельнозерновой хлеб и др.

Рекомендуемый уровень потребления для взрослых — 100 мг/сутки.

4.5.4. Витаминная недостаточность

Потребность в витаминах зависит от возраста, пола, характера труда, бытовых условий, степени физической нагрузки, пищевой плотности рациона питания и др. Увеличивается потребность в витаминах в холодном климате, при тяжелой физической и умственной работе, стрессовых ситуациях, при действии на организм вредных факторов производственной среды, при беременности, различных заболеваниях и т. д.

Дефицит витаминов в организме вызывает витаминную недостаточность.

Дефицит витаминов может быть связан:

- с их недостаточным потреблением (снижение общего количества потребляемой пищи в связи с низкими энергозатратами, неадекватные диеты, строгое вегетарианство, отсутствие свежих продуктов, например, в зимний период);
- с нарушением усвоения пищи в кишечнике, (например, при алкоголизме, некоторых заболеваниях желудочно-кишечного тракта и при паразитарных заболеваниях, в пожилом возрасте, из-за побочных эффектов некоторых лекарственных препаратов);
- в связи с увеличением метаболических потребностей во время беременности, лактации, при интенсивной нервно-психической нагрузке, инфекционных заболеваниях и интоксикации, воздействии вредных факторов производства и окружающей среды.

Развивается витаминная недостаточность постепенно, клинические проявления ее даже тогда, когда расход витаминов превышает их поступление, возникают не сразу. Это обусловлено тем, что в организме при полноценном питании накапливаются небольшие запасы витаминов (некоторые витамины, например ретинол, накапливаются в больших количествах, которых хватает на 2–3 года). После израсходования запасов витаминов включаются компенсаторные механизмы обменного характера. Постепенно эта компенсация становится недостаточной, в организме нарушается обмен веществ, возникают уже специфические болезненные процессы с определенными клиническими проявлениями, выраженность которых зависит от степени недостаточности

того или иного витамина. Различают следующие формы витаминной недостаточности:

Гиповитаминозом называется частичная витаминная недостаточность. Она характеризуется нечетко выраженными признаками заболевания, особенно в начальных стадиях. Появляются общая слабость, утомляемость, раздражительность, ухудшение сна, снижение работоспособности, потеря аппетита, могут возникнуть отдельные микросимптомы (кровоточивость десен, гнойничковые заболевания кожи и т. д.). Наряду с дефицитом одного витамина (моноавитаминоз, моногиповитаминоз) встречаются полиавитаминозы и полигиповитаминозы (дефицит нескольких витаминов). Однако в этих условиях одна из витаминных недостаточностей является ведущей, а остальные сопутствующими.

Если не принимаются меры к устранению гиповитаминоза, может развиваться и крайняя степень витаминной недостаточности — недостаточность, именуемая авитаминозом.

Авитаминоз — состояние глубокого дефицита витамина с четкими клиническими проявлениями, со строго специфическими признаками конкретного заболевания (цинга, рахит, бери-бери, пеллагра, куриная слепота, мегалобластная анемия и др.).

Помимо гипо- и авитаминоза существует понятие о субнормальной (пограничной, маргинальной) обеспеченности витаминами. Субнормальная обеспеченность витаминами представляет собой доклиническую стадию дефицита витаминов. При этом состоянии клинические симптомы витаминной недостаточности не определяются, но присутствуют нарушения метаболических и физиологических реакций, в которых участвует данный витамин.

Устранить дефицит витаминов в организме помогает включение в питание продуктов, богатых (или обогащенных) витаминами, а также прием витаминных препаратов. Многие препараты содержат не только витамины, но и минеральные вещества.

Применительно к витаминам следует учитывать прием не только их препаратов (в том числе БАД), но и витаминизированных продуктов массового потребления: муки, хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий, молочных продуктов, пищевых жиров, плодоовощных консервов и пищевых концентратов, безалкогольных напитков и сухих смесей для них и др.

Использование витаминов в количестве 30—50 % от физиологической потребности вполне приемлемо для восполнения недостатка витаминов в обычных пищевых рационах в течение длительного времени.

В противоположность недостатку витаминов возможны острые расстройства в результате интоксикации сверхвысокой дозой одного или нескольких витаминов — **гипервитаминоз**. Как правило, токсичные уровни витаминов достигаются не за счет высокого потребления определенных пищевых продуктов, а за счет приема витаминных комплексов.

За редкими исключениями (некоторые витамины из группы В) гипервитаминозы обычно возникают при употреблении избыточной дозы жирорастворимых витаминов, запас которых находится в печени и жировых тканях тела. Гипервитаминоз А может произойти при потреблении большого количества рыбьего жира или печени некоторых животных (белый медведь, тюлень, морж).

Хроническая токсичность проявляется после приема витаминов в количестве, превышающем суточную потребность в течение нескольких месяцев, а в некоторых случаях — лет.

4.6. ВОДА

4.6.1. Роль воды в организме

Тело человека в среднем состоит на 60 % из воды, на 34 % — из органических веществ, на 6 % — из неорганических. Количество воды колеблется в зависимости от возраста и от соотношения мышечной и жировой ткани. Так, при рождении содержание воды в теле составляет 75–80 %. У женщин объем воды в организме меньше, чем у мужчин, в связи с большим содержанием жира. Содержание воды в большинстве органов выше, чем средние значения: мозг содержит — 70–84 % воды, почки — 82 %, сердце и легкие — 79 %, мышцы — 76 %, кожа — 72 %, печень — 70 %, костная ткань — 10 %.

Примерно 65 % воды в организме находится внутри клеток, остальная вода — внеклеточная. Внутриклеточная вода находится в составе протоплазмы внутри клеток. Она составляет около 35 % от общего веса тела. Внеклеточная вода распределена между жидкостью межклеточных пространств различных тканей, плазмой крови и лимфы, секреторной жидкостью, жидкостями полостей тела, в том числе желудочно-кишечного тракта.

Минеральные элементы в водной среде в клетках и вне клеток присутствуют разных концентрациях (табл. 4.21).

Вода жизненно важна для многих функций в организме, так как является неотъемлемым компонентом клеток и межклеточной среды. В ней растворены:

Таблица 4.21. Состав внеклеточной и внутриклеточной жидкости организма

Вещество	Внеклеточная жидкость	Внутриклеточная жидкость
Na^+	140 ммоль/л	10 ммоль/л
K^+	4 ммоль /л	140 ммоль /л
Ca^{2+} (свободный)	2,5 ммоль /л	0,1 мкмоль /л
Mg^{2+}	1,5 ммоль /л	30 ммоль /л
Cl^-	100 ммоль /л	4 ммоль /л
HCO_3^-	27 ммоль /л	10 ммоль /л
PO_4^{3-}	2 ммоль /л	60 ммоль /л
Глюкоза	5,5 ммоль /л	0 ÷ 1 ммоль /л
Белок	2 г /дл	16 г /дл

- электролиты, необходимые для осмотического давления и поддержания буферной системы;
- белки плазмы, образующие коллоидные растворы;
- низкомолекулярные органические соединения (глюкоза, аминокислоты, мочевины).

Благодаря этому вода обеспечивает нормальное течение множества биохимических реакций. Вода транспортирует к различным частям тела другие питательные вещества и кислород в составе крови, а белых кровяных клеток для борьбы с инфекциями — в составе лимфы. В воде растворяются продукты обмена, которые выводятся с помощью выделительной систем, например путем образования мочи. Вода как химическое вещество требует большого количества теплоты для испарения. Поэтому это вещество идеально подходит для охлаждения организма (при испарении молекул воды теряется большое количество энергии), оно является составным компонентом пота и, таким образом, принимает активное участие в терморегуляции.

4.6.2. Потребности в воде

Поддержание правильных пропорций внутри- и внеклеточных жидкостей является жизненно важным для нормального функционирования организма. Организм сохраняет баланс жидкости путем регулирования потребления, выделения и контроля над внутренними процессами распределения воды. У здоровых людей баланс жидкости строго регулируется гормонами и с помощью регуляции почками в сочетании с работой механизмов центра жажды.

Человек нуждается в постоянном пополнении воды в организме. Для нормального функционирования организму требуется от одного до семи литров воды в день; точное количество зависит от климата, уровня активности, температуры, влажности и других факторов. Большая часть воды попадает в организм в составе пищи и напитков. Принятая вода всасывается по всему желудочно-кишечному тракту, преимущественно в тощей кишке, некоторая часть всасывается в толстой кишке.

Другим источником воды для тела является вода, полученная в метаболических процессах как побочный продукт от окисления пищевых веществ, таких как углеводы, белки и жиры. При расщеплении в организме 1 г углеводов выделяется 0,60 г воды, 1 г белка — 0,41 г воды, 1 г — 1,07 г воды.

Теряется вода из организма с мочой, с калом, с потом, в составе выдыхаемого воздуха через легкие, а также испаряясь с поверхности кожи. Потеря с мочой может колебаться от 1 до 2 л в день. Потеря через легкие и кожу человек не чувствует. Больше воды теряется из кожи и легких при высоких температурах, при низкой влажности, на больших высотах. Даже при отсутствии видимого потоотделения, примерно половина потерь воды происходит через легкие и кожу. Потеря воды через кожу, как правило, составляет около 800–1000 мл в день. В жарком климате потери воды путем испарения могут достигать до 500 мл в час, потери вместе с потом — до 2500 мл в час. Выдыхаемый воздух насыщен водяными парами, и средние потери воды при дыхании составляют около 300 мл в день или больше, если воздух очень сухой.

В ответ на широкий спектр изменений потребления и потерь жидкостей организм саморегулирует водный баланс пропорциональным выделением мочи. Таким образом, баланс воды в организме уравнивается (табл. 4.22).

Таблица 4.22. Баланс воды в организме
в условиях умеренного климата

Поступление воды		Потери воды	
источник	количество (мл / день)	источник	количество (мл / день)
Пища	1120	Моча	1300
Напитки	1180	Легкие	300
Окисление питательных веществ (метаболическая вода)	280	Кожа (испарение, потоотделение)	920
		Фекалии	60
Всего	2580	Всего	2580

Для поддержания водного баланса организма человеку необходимо ежедневно потреблять 2,2–3,0 л воды. Такое количество воды в нормальных условиях жизнедеятельности человек теряет ежедневно.

В последнее время рекомендуется принимать 1 мл воды на 1 ккал затраченной энергии для взрослых, живущих в умеренном климате, при среднем уровне расхода энергии. В Германии рекомендовано несколько большее потребление воды — от 1,01 до 1,08 мл на 1 ккал, В США 1,2–1,3 мл на 1 ккал. Рекомендации Всемирной организации здравоохранения о суточной потребности питьевой воды приведены в табл. 4.23.

Таблица 4.23. Рекомендации ВОЗ по ежедневным потребностям питьевой воды

Ежедневные потребности	Средние условия труда, л	Ручной труд при высоких температурах, л	Потребности в период беременности / лактации
Взрослые женщины	2,2	4,5	4,8 л (беременность) 5,5 л (лактация)
Взрослые мужчины	2,9	4,5	—

4.7.3. Недостаток воды в организме (обезвоживание)

Потребление воды контролируется с помощью центра жажды, находящегося в головном мозге, в гипоталамусе. Когда общий объем жидкости тела уменьшается на 0,5–1,0 %, возникает чувство жажды.

Недостаток воды может быть вызван недостатком питьевой воды, результатом интенсивных физических нагрузок, повышенного пототделения в жарком климате, при высокой влажности или комбинации этих факторов. Кроме того, обезвоживание происходит при изменении электролитного баланса: прием соленой воды, рвота, диарея, тяжелые кровотечения, ожоги, некоторые болезни почек, при болезнях, протекающих с высокой температурой.

При ограниченном поступлении в организм воды для восстановления в полном объеме крови и лимфы в системе циркуляции вода начинает поступать в сосудистую систему из жидкости, обычно присутствующей внутри клеток (66 % требуемого объема); 26 % воды извлекается из межклеточной среды, 8 % из воды, содержащейся в крови. Чтобы предотвратить сокращение объема циркулирующей крови и полностью обеспечить ею внутренние органы и ткани, организм вынужден сужать сосуды, прежде всего капилляры кожи, мускулов и костей.

Сужение просвета сосудов сопровождается повышением артериального давления, что в дальнейшем может привести к гипертонической болезни. Недостаток воды приводит к сгущению крови, нарушению кровотока в органах и тканях, образованию тромбов внутри сосудов, увеличению нагрузки на сердце, что может стать причиной развития острой патологии сердца, например острого инфаркта миокарда.

Симптомы легкого обезвоживания (до 5 % массы тела) включают в себя интенсивную жажду, учащенный пульс, покраснение кожи, тошноту. При потере более 5 % жидкости наблюдается выраженное снижение работоспособности, может появиться одышка, головная боль, головокружение. Если потери воды превышают 10 % массы тела, возникает тяжелое обезвоживание с нарушением сознания, зрения и слуха. При потерях 15–20 % наступает смерть.

4.7.4. Водная интоксикация

Чрезмерное употребление воды в течение короткого времени может привести к состоянию, известному как водная интоксикация. В повседневной жизни водная интоксикация возникает редко.

Фактором риска может быть кормление детей грудного возраста: при потреблении большого количества воды (например, чрезмерно разбавленных молочных смесей) возникает водный дисбаланс по отношению к низкой массе тела младенцев. Водная интоксикация возможна у людей, попавших в условия, при которых происходит обильное потоотделение (например, слишком высокая температура воздуха), и употребивших большое количество воды за короткое время. Также данное состояние возникает у спортсменов, которые в моменты соревнований теряют много электролитов в составе пота и потребляют чистую (не минеральную) воду.

В результате избытка воды в организме нарушается определенный градиент концентрации минеральных веществ вне клеток. Попытка восстановить электролитный баланс приводит к патологическому состоянию, которое характеризуется разжижением крови, развитием кислородного голодания органов и тканей, а также возможным развитием отека легких и головного мозга — состояний, которые угрожают жизни. Избыток воды в организме также возникает при чрезмерном употреблении алкоголя, нарушении функции почек, печени, сердечной недостаточности, промывании желудка чистой водой (без солей).

Организм нуждается в постоянном поступлении не только воды, но и минеральных солей. Наибольшее значение для водного баланса име-

ют натрий, калий, хлор. Натрий (Na^+) является основным катионом, а хлор (Cl^-) — основным анионом внеклеточных жидкостей, калий (K^+) является основным катионом внутриклеточной жидкости. Также важен баланс карбонатных и фосфатных солей.

Контрольные вопросы

1. Какова роль белков в организме человека?
2. Какие аминокислоты являются условно незаменимыми?
3. В чем проявляется резервная функция белка?
4. Почему водная интоксикация опасна для жизни?
5. Каково влияние тепловой обработки на степень усвояемости белков?
6. Для каких групп населения характерен отрицательный и положительный азотистый баланс?
7. Расскажите про минимальный и оптимальный уровни потребления белка.
8. Какой процент калорийности должен приходиться на белки?
9. В чем проявляется белковая недостаточность организма?
10. Как изменяется пищевая ценность белка в технологических процессах?
11. Какие продукты содержат в своем составе повышенное количество насыщенных жиров?
12. Какие жиры быстрее подвержены порче?
13. Какие технологические процессы приводят к появлению транс-изомеров жирных кислот?
14. Почему сахароспирты обладают меньшей пищевой ценностью?
15. Какие виды пищевых волокон полностью гидролизуются в толстом кишечнике под действием микрофлоры?
16. Какова роль минеральных веществ в организме?
17. Какие вещества способствуют всасыванию железа?
18. Какие витамины способны накапливаться в организме?
19. Какой витамин необходим для поддержания эластичности кровеносных сосудов?

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ, ЗАЩИТНЫЕ И АНТАЛИМЕНТАРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩИ

5.1. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Биологически активные компоненты пищи включают широкий круг химических соединений различной структуры, физико-химических и биологических свойств. Они играют важную роль в профилактике основных хронических заболеваний и поддержании здоровья, хотя и не являются эссенциальными пищевыми веществами. В настоящее время установлено, что многие из них участвуют в целом ряде метаболических процессов. На основе принципов доказательной медицины получены принципиально новые данные и в отношении биологической роли для человека следующих биологически активных соединений:

- фенольные соединения, такие как гидрохинон, арбутин, фенольные кислоты, обладающие специфическим биологическим влиянием на разнообразные функции отдельных метаболических систем и организма в целом;
- различные группы флавоноидов, физиологические функции которых чрезвычайно разнообразны и важны для снижения риска

развития многих широко распространенных в настоящее время заболеваний;

- индолы, одной из важнейших функций которых является регуляция активности ферментов, участвующих в метаболизме ксенобиотиков;
- многие другие биологически активные вещества различных растений и животных: бета-ситостерины, изотиоционаты, глюкоманнаны, полифруктаны, инулин, хлорофилл, кофеин, глюкозамины, L-карнитин, холин, коэнзим Q10, липоевая кислота, хондриотинсульфат, хитозан и многие др.

Наибольшее количество биологически активных соединений найдено в растительной пище. Соединения из растительных источников называют фитосоединениями. В растениях эти вещества выполняют защитные функции от инфекционных агентов. Некоторые из них, такие как каротиноиды, антоцианы и изофлавоны, являются пигментами.

Фитосоединения стали предметом тщательного изучения как факторы, играющие роль в профилактике сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Фитосоединения оказывают влияние на процессы метаболизма и обезвреживания чужеродных веществ, являющихся канцерогенами и мутагенами. Они обладают способностью связывать свободные радикалы и реакционноспособные метаболиты чужеродных веществ, ингибируют ферменты, активирующие ксенобиотики, и активируют ферменты детоксикации.

Фитосоединения уменьшают риск сердечно-сосудистых заболеваний благодаря своим свойствам предупреждать окисление холестерина ЛПНП, снижать всасывание холестерина и влиять на артериальное давление и свертывание крови.

Терпены и терпеноиды являются основными компонентами эфирных масел многих видов растений и цветов. Антиоксидантную активность проявляют входящие в группу терпенов каротиноиды, придающие желтые, оранжевые и красные цвета овощам и фруктам. Известно более 600 природных каротиноидов, наиболее распространенными являются альфа-каротин, бета-каротин, бета-криптоксантин, лютеин, зеаксантин, и ликопин (табл. 5.1).

Альфа-каротин, бета-каротин, бета-криптоксантин могут быть преобразованы в организме в витамин А. Лютеин, зеаксантин, ликопен не обладают витаминной активностью. Наибольшее количество каротиноидов содержится в томатах, моркови, сладком перце, апельсинах, грейпфрутах и др. В зеленых частях растений, таких как шпинат, петрушка и др., количество каротиноидов тоже достаточно велико, но

Таблица 5.1. Основные каротиноиды растений и их пищевые источники

Наименование	Пищевые источники
α -каротин	Морковь, сладкий картофель, красное пальмовое масло
β -каротин	Морковь, перец, брокколи, брюссельская капуста, томаты, грейпфрут, апельсины, мандарины, персики, абрикосы, мускусная дыня и другие желто-оранжевые овощи и фрукты
β -криптоксантин	Яблоки, абрикосы, карамболь, авокадо, грейпфрут, киви, манго, оливы, апельсины, персики, слива, арбуз, брокколи, кукуруза, тыква, томаты, кабачки
Ликопин	Томаты, гуава, грейпфрут, арбуз, дыня
Лютеин	шпинат, тыква, кукуруза, хурма, капуста, цуккини, латук, брокколи, зелень, киви, морковь, арбуз, яйца
Зеаксантин	Кукуруза, капуста, красный перец, зелень

они замаскированы хлорофиллом. В томатах присутствует каротиноид ликопин, антиоксидантная и антирадикальная активность которого в 2 раза выше, чем β -каротина. Потребление ликопина ассоциируется со снижением риска рака предстательной железы.

Каротиноиды имеют низкую биодоступность, так как находятся внутри клеточной стенки, поэтому измельчение или гомогенизация улучшают их усвоение. Биодоступность ликопина из томатов существенно улучшается при пассеровании томатов или томатного пюре в масле. Адекватный уровень потребления каротиноидов составляет 15 мг в день.

Обычно биологический эффект каротиноидов связывают с их антиоксидантной активностью, однако на сегодняшний день окончательно это не доказано. Следует учесть, что при высоких дозах бета-каротина не наблюдается его положительное влияние на здоровье человека, а у курящих людей высокие дозы бета-каротина повышают риск развития рака легких.

Другой подкласс терпенов — *тритерпены лимонноиды* — найден в цитрусовых, в меньшей степени в эфирных маслах других растений. Основной их представитель — лимонин в высоких концентрациях содержится в семенах лимонов и апельсинов и придает им горький вкус. Лимонноиды обладают противогрибковым, противовирусным и противоопухолевым действием. Лимонноиды также действуют как индукторы ферментов I и II фаз метаболизма чужеродных веществ, они способствуют ускорению окисления и выведению чужеродных веществ из организма.

Флавоноиды (или биофлавоноиды) являются одними из наиболее изучаемых среди биологически активных полифенольных соединений растений. В молекулах флавоноидов имеется два ароматических кольца А и В, соединенных друг с другом трехуглеродным фрагментом. Описано более 7000 представителей флавоноидов. За исключением флавонолов (катехинов и проантоцианидинов), флавоноиды встречаются в виде гликозидов, т. е. связаны с одной или несколькими молекулами сахара. Структурное разнообразие объясняется как различными замещаемыми атомами в бензольных кольцах, так и различными гликозидами (например, для кверцетина их описано более 170). Основные классы флавоноидов показаны в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Основные флавоноиды растений и их пищевые источники

Класс флавоноидов	Представитель класса	Источники поступления с пищей
Флавоны	Апигенин, лютеолин	Петрушка, сельдерей, острый перец
Флавонолы	Кверцетин, кемпферол, мирицетин, рутин	Широко распространены: желтый лук, зеленый лук, капуста, брокколи, яблоки, ягоды, чай
Флавонолы	Мономеры (катехины): катехин, эпикатехин, эпигаллокатехин и др. Димеры и полимеры: теарубигины теафлавины, проантоцианидины	Катехины: чай (особенно зеленый и белый), шоколад, виноград, ягоды, яблоки. Теарубигины: чай (особенно черный и улун). Проантоцианидины: шоколад, яблоки, ягоды, красный виноград, красное вино
Флавононы	Гесперетин нарингенин	Апельсин, грейпфрут, лимон
Флавононолы	Дигидрокверцетин	Красный лук, семена расторопши
Изофлавоны	Даидзеин, генистеин, глицитеин	Соевые бобы, соевые продукты, бобовые
Антоцианидины (антоцианы)	Цианидин, дельфинидин, пеларгонидин и др.	Плоды и ягоды с красной, синей, фиолетовой окраской, например вишня, смородина черная, голубика, груша красная, ежевика и др. Красное вино

Флавоноиды содержатся почти во всех ягодах, фруктах, овощах, зерновых культурах, специях. Многие флавоноиды — пигменты, придающие разнообразную окраску растительным тканям. Так, антоцианы определяют красную, синюю, фиолетовую окраску плодов и ягод, а флавоны, флавонолы, желтую. Также они встречаются в зернах бобовых, особенно окрашенных, и некоторых зерновых культурах (кукуру-

за, гречиха). Продукты, приготовленные из ягод и фруктов (например, вино, соки), также содержат различные флавоноиды.

Некоторые изофлавоны, которых особенно много в соевых бобах, относятся к фитоэстрогенам, которые обладают слабым эстрогенным действием и по химической структуре напоминают стероидные эстрогены. Гипохолестеринемический эффект продуктов из сои связывают с действием фитоэстрогенов, содержащихся в этих продуктах. Потребление 20–50 г соевых белков в день снижает повышенный уровень холестерина на 10 %. Фитоэстрогены сои также снижают риск некоторых гормонально зависимых форм злокачественных новообразований — рака молочной железы и предстательной железы.

Благодаря антиоксидантным свойствам, установленным как *in vitro*, так и *in vivo*, флавоноиды препятствуют окислению липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) плазмы крови и развитию атеросклеротических повреждений сосудов. Самый известный из флавоноидов, оказывающих благотворное действие на сосуды, — это рутин (иногда его еще называют витамином Р).

Подавляя процессы внутриклеточного перекисного окисления липидов, флавоноиды угнетают процессы агрегации тромбоцитов, что также является положительным фактором в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

Флавоноиды препятствуют окислительному повреждению нуклеиновых кислот, которое играет важную роль в канцерогенезе. Предполагается, что флавоноиды обладают также противоаллергическим, противовоспалительным и противовирусным эффектами.

Тем не менее, даже при очень высоком потреблении флавоноидов их антиоксидантная активность гораздо более низкая, чем например, антиоксидантная активность витамина С.

Флавоноиды различаются биодоступностью: изофлавоны являются наиболее легкоусвояемой группой флавоноидов, в то время как флавонолы (проантоцианидины и катехины чая), а также антоцианы всасываются очень плохо.

Ресвератрол относится к полифенольным соединениям, он содержится в некоторых ягодах (голубика, черника, малина, клюква и др.), но особенно большое количество ресвератрола обнаружено в кожце красного винограда. Именно после обнаружения в красном вине ресвератрола ученые попытались объяснить «французский парадокс». Полагают, что именно умеренное потребление алкоголя во Франции, в частности красного вина, связано с сокращением ишемической болезни сердца на 20–30 % по сравнению с другими странами, несмотря

на относительно высокое потребление насыщенных жирных кислот и курение.

В экспериментах на животных было выявлено, что ресвератрол препятствует развитию атеросклероза, болезней сердца, артрита, обладает антиканцерогенным действием. Он также оказывает положительное влияние на обмен веществ у людей, страдающих ожирением.

Лигнаны — это собирательный термин фенольных соединений, различного строения. Считают, что они обладают антиоксидантной, антиканцерогенной и фитоэстрогенной активностью.

Льняное и кунжутное семя являются наиболее богатым источником лигнанов. Много лигнанов содержится в злаковых (рожь, пшеница, овес и ячмень), сое, брокколи, фасоли и некоторых фруктах и ягодах, особенно абрикосах и клубнике. Биодоступность лигнанов некоторых продуктов может быть увеличена путем дробления и измельчения.

Глюкозинолаты — группа органических гликозидов, содержащих азот и серу, проявляющих в низких дозах антимуtagenные и антиканцерогенные эффекты.

Основные источники — овощи семейства крестоцветных (капуста брокколи, цветная, брюссельская, белокочанная, хрен, репа, редька, горчица, васabi, кресс-салат). Установлена отрицательная взаимосвязь между потреблением овощей семейства крестоцветных и частотой рака легкого, печени, желудка, тонкого и толстого кишечника, молочной железы, что связывают с действием природных изотиоцианатов и их метаболитов. Считают, что они тормозят канцерогенез опухолей на различных уровнях, наиболее важным из которых является ингибирование цитохрома P450 — фермента, который окисляет бензпирен и другие полициклические ароматические углеводороды в более полярные эпоксидные диолы, приводящие к мутации и вызывающие развитие рака.

Глюкозинолаты являются растворимыми в воде соединениями и поэтому могут вымываться в воду при приготовлении пищи. Кипение в течение 9–15 минут уменьшает их количество на 20–55 %.

В больших дозах глюкозинолаты проявляют токсический эффект, в основном это относится к гойтрогенам.

Фитостеролы — это группа стероидных соединений растительного происхождения, похожих на холестерин, включает стерины и станолы. Основные представители стеринов — β -ситостерин, кампестерол, стигмастерол, станолов — кампестанол, стигмастанол, ситостанол.

Самые богатые источники фитостеролов — нерафинированные растительные масла (особенно кунжутное, кукурузное, оливковое) и про-

дукты на их основе. Орехи, семечки, бобовые также могут внести значительный вклад в общее потребление фитостеринов.

Основными источниками стано­лов являются цельнозерновые продукты, главным образом пшеница и рожь.

Фитостеролы обладают свойством эффективно снижать уровень холестерина. Имея схожую с холестерином структуру, они конкурируют с ним за всасывание в кишечнике. Фитостеролы могут подавлять рак легких, желудка, яичников и молочной железы, действовать с помощью различных механизмов, например торможения роста раковых клеток. Фитостеролы также могут повысить активность антиоксидантных ферментов и тем самым снизить окислительный стресс.

Хлорофилл — пигмент, который придает растениям и водорослям зеленый цвет. В растениях находятся два различных типа хлорофилла (хлорофилл а и б). Много хлорофилла содержится в петрушке, шпинате, брокколи, другой листовой зелени. Хлорофилл способен образовывать комплексы с некоторыми химическими веществами, которые, как принято считать, вызывают рак, в том числе полициклическими ароматическими углеводородами, содержащимися в табачном дыме, некоторыми гетероциклическими аминами и афлатоксином В₁.

5.2. ЗАЩИТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В условиях повседневной жизни и производственной деятельности на организм человека постоянно действуют различные вредные вещества, которые проникают через дыхательные пути, кожу, пищеварительный тракт. На всех этапах поступления таких веществ в организм включаются разнообразные физиологические и биохимические механизмы защиты, среди которых важнейшая роль принадлежит печени и иммунной системе. В связи с этим большое значение приобретает использование компонентов пищи, обладающих разнообразными видами защитного действия против повреждающих факторов.

Наличие в пищевом рационе определенных химических структур, обеспечивающих защитные реакции (разрушение токсичных соединений, их связывание в неактивные комплексы, удаление из организма), тесно связано с нормальной работой систем обезвреживания.

По основному характеру влияния в организме можно выделить следующие группы защитных компонентов пищи:

- вещества, участвующие в обеспечении барьерной функции печени;
- факторы защиты, направленные против вирусов, микроорганизмов и различных чужеродных веществ;
- компоненты, оказывающие антиканцерогенный эффект.

Улучшают барьерную **функцию печени** соединения, которые обеспечивают стабильность различных ферментативных реакций детоксикации. В большинстве случаев обезвреживание токсических соединений в печени происходит в две фазы. В фазу I происходит модификация чужеродных веществ с помощью реакций гидролиза, окисления, восстановления. В фазу II — конъюгация с различными соединениями — аминокислотами, глутатионом, серной, глюкуроновой и другими кислотами для образования менее токсичных веществ.

В ходе биохимической трансформации химических веществ могут образовываться свободные радикалы, которые способны привести к повреждению клеток печени. Поэтому наличие антиоксидантов (витаминов С, Е, каротиноидов и др.) важно для ослабления свободнорадикальных реакций, особенно при чрезмерной нагрузке токсичными веществами.

Ряд пищевых продуктов стимулируют ферментативную активность ферментов, участвующих в реакциях фазы I детоксикации. К ним относятся овощи семейства капустных — капуста брокколи, брюссельская, цветная и др., содержащие индол-3-карбинол, источники лимонена — цитрусовые (апельсины, мандарины) и семена тмина и укропа, а также ниацин, витамин В₁, витамин С.

Для реакций фазы II детоксикации необходимы:

- для конъюгации с глутатионом — прекурсоры глутатиона (цистеин, глицин, глутаминовая кислота), незаменимые жирные кислоты, растения семейства капустных и лимонен-содержащих продуктов, а также витамин В₆;
- для реакции метилирования — вещества, являющиеся донорами метильных групп (холин, метионин, бетаин), а также магний, фолиевая кислота, витамин В₁₂;
- для реакции сульфатации — цистеин, метионин, таурин;
- для реакции ацетилирования — тиамин, пантотеновая кислота, витамин С;
- для конъюгации с глюкуроновой кислотой — жиры рыб и лимонен-содержащие продукты.

Для нормальной функции печени необходимо поступление с пищей липотропных веществ, предотвращающих накопление липидов. В окислении липидов до конечных продуктов обмена принимают участие витамины — ниацин, рибофлавин, С, Р, а также линолевая кислота, лецитин, холин.

Для связывания промежуточных продуктов различных фаз детоксикации, которые включаются в состав желчи и поступают в тонкий кишечник, в рационе необходимо наличие пищевых волокон.

В антимикробной защите организма принимают участие фитонциды — летучие органические соединения, в основном терпеновой природы. Фитонциды выделяют различные пряные травы, лук, чеснок и др., а также многие деревья. Известно более 500 летучих соединений, проявляющих антимикробные свойства. Например, в чесноке к таким соединениям относятся аллицин и диаллилдиисульфид.

Для нормального функционирования иммунной системы необходима аскорбиновая кислота, которая активизирует интерфероны, стимулирует фагоцитоз и др.

Антиканцерогенная защита организма (противоопухолевое действие) может обеспечиваться целым рядом компонентов пищи. По данным ВОЗ, в снижении риска заболеваний раком вносит вклад диета с высоким содержанием овощей и фруктов. Овощи и фрукты являются источниками изофлавоноидов, лигнанов, изотиоцианатов и других серосодержащих соединений, некоторые из которых ингибируют канцерогенный процесс в экспериментальных исследованиях на животных. Предполагается, что особую роль в антиканцерогенной защите играют каротиноиды, омега-3 жирные кислоты, витамины В₂, В₆, В₁₂, С, D, Е, фолиевая кислота, кальций, цинк и селен. Овощи и фрукты с высоким содержанием клетчатки связаны с уменьшением риска рака толстой кишки, однако окончательно еще не доказано, что именно пищевые волокна отвечают за защитный эффект.

5.2.1. Антиалиментарные вещества

Антиалиментарные (антипищевые) вещества — это соединения, которые не обладают общей токсичностью, но способны избирательно ухудшать или блокировать усвоение нутриентов. Этот термин распространяется только на вещества природного происхождения, являющиеся составными частями натуральных продуктов питания. К ним относятся ингибиторы пищеварительных ферментов, антивитамины и вещества, снижающие усвоение минеральных веществ, токсические соединения (лектины, гликозиды, этанол, соланин и др.).

Ингибиторы пищеварительных ферментов — вещества белковой природы, тормозящие активность некоторых ферментов пищеварительного тракта. Известны ингибиторы протеаз — пепсина, трипсина, химотрипсина, и ингибиторы гликозидаз (α -амилазы, α -гликозидазы). Ингибиторы протеаз, снижающие усвоение белков, содержатся в сырых бобовых, злаковых, яичном белке, картофеле, томатах, баклажанах и других продуктах растительного и животного происхождения. Ряд ингибиторов характеризуются высокой термостабильностью, что в целом не характерно для веществ белковой природы. Например, полное разрушение соевого ингибитора трипсина достигается лишь 20-минутным автоклавированием при 115 °С или кипячением соевых бобов в течение 2–3 часов. Из этого следует, что употребление семян бобовых культур, особенно богатых белковыми ингибиторами пищеварительных ферментов, как в пищевом рационе человека, так и для корма сельскохозяйственных животных, возможно лишь после соответствующей тепловой обработки.

Ингибиторы α -амилазы встречаются в малине, клубнике, зеленом чае, в пшенице, рисе, некоторых грибах, но в наибольшей степени изучены ингибиторы α -амилаз фасоли. Многие фитосоединения — флавоноиды, алкалоиды, терпеноиды, антоцианы, гликозиды, фенольные соединения — тормозят активность α -глюкозидаз. Некоторые растения (ячмень, пшеница, рожь, картофель) содержат ингибиторы, способные ингибировать одновременно и протеазы и α -амилазу.

В настоящее время природные ингибиторы α -амилаз и α -глюкозидаз рассматриваются как компоненты, которые могут играть положительную роль в диете людей с избыточным весом, а также больных сахарным диабетом для снижения колебаний уровня сахара в крови.

Антивитамины — две группы соединений, действие которых тормозит активность витаминов:

1-я группа — соединения, являющиеся структурными аналогами витаминов, блокирующие их биологическое действие.

2-я группа — соединения, препятствующие ассимиляции витаминов в организме.

В результате действия антивитаминов происходят нарушение биосинтеза ферментов и коферментов и другие изменения в метаболизме.

Аскорбатоксидаза и некоторые другие окислительные ферменты проявляют антивитаминальную активность по отношению к витамину С. Содержание аскорбатоксидазы и ее активность в различных продуктах неодинакова: наиболее активна аскорбатоксидаза в капусте брокколи, тыкве, шпинате, огурцах, кабачках, наименее — в капусте, моркови, свекле, помидорах. При измельчении овощей за 6 часов хранения те-

ряется более половины витамина С, так как измельчение способствует взаимодействию фермента и субстрата.

Тиаминаза — антивитаминовый фактор для витамина В₁ — тиамина. Она содержится в продуктах растительного и животного происхождения, наибольшее содержание этого фермента отмечено у пресноводных и морских рыб (в том числе карпа, карася) и морепродуктов, кроме того, тиаминаза продуцируется бактериями кишечного тракта, что может являться причиной дефицита тиамина. Под действием тепловой обработки тиаминаза разрушается.

Тиамин разрушают также ортодифенолы и биофлавоноиды (вещества с Р-витаминной активностью), содержащиеся в кофе и чае, а также окситиамин, который образуется при длительном кипячении кислых ягод и фруктов.

Авидин — гликопротеид яичного белка, приводящий к дефициту биотина (витамина Н), за счет связывания и перевода его в неактивное состояние. При тепловой обработке выше 70 °С авидин начинает разрушаться, однако в жареных яйцах и яйцах всмятку может сохраняться до 30 % активности авидина.

Гидрогенизированные жиры — являются факторами, снижающими сохранность витамина А-ретинола.

Факторы, снижающие усвоение минеральных веществ. К ним в первую очередь следует отнести щавелевую кислоту, фитин (инозитолгексафосфорная кислота) и танины, гойтрогены, кофеин, серосодержащие соединения крестоцветных культур и др. Они связывают некоторые макро- и микроэлементы в неусвояемые соединения

Щавелевая кислота и ее соли (оксалаты) присутствуют во многих растениях, — щавеле, ревене, свекле, какао, шоколаде.

Продукты с высоким содержанием щавелевой кислоты способны приводить к серьезным нарушениям солевого обмена, необратимо связывать ионы кальция, поступающие с пищей. Нерастворимые кристаллы оксалата кальция могут способствовать образованию камней и приводить к другим заболеваниям почек и мочевыводящих путей. Известны случаи отравлений с летальным исходом, как от самой щавелевой кислоты (при фальсификации продуктов, в частности вин), так и от избыточного потребления продуктов, содержащих ее в больших количествах. Содержание щавелевой кислоты в некоторых растениях показано в табл. 5.3. Смертельная доза для взрослых людей составляет 600 мг на кг массы тела.

Считают, что здоровые люди могут употреблять продукты, содержащие щавелевую кислоту или оксалаты, однако больным подагрой,

Таблица 5.3. Содержание щавелевой кислоты в некоторых продуктах

Продукты	Щавелевая кислота (мг / 100 г)
Шпинат	120–3200
Ревень	180–2400
Мангольд	690
Петрушка	190
Щавель	300–500
Свекла	20–340
Какао	340–4500
Карамбола	40–1000
Чай	3700

артритом и некоторыми другими заболеваниями следует воздержаться от их употребления.

Фитаты и фитиновая кислота легко образуют труднорастворимые комплексы с ионами Ca, Mg, Fe, Zn, что уменьшает их всасывание в кишечнике. Фитиновая кислота уменьшает также поглощения ниацина.

Высокие концентрации фитиновой кислоты находятся в зерновых культурах, орехах и семечках, соевых бобах и некоторых видах фасоли (табл. 5.4). На долю фитинового фосфора приходится большая часть (60–80 %) общего фосфора, содержащегося в семенах злаковых, бобовых и масличных культур.

Таблица 5.4. Содержание фитиновой кислоты в продуктах, % СВ

Продукты	Содержание фитиновой кислоты, % на СВ	Продукты	Содержание фитиновой кислоты, % на СВ
Семена кунжута	5,36	Полированный рис	0,14–0,60
Льняное семя	2,15–2,78	Нут	0,56
Соевые бобы	1,00–2,22	Чечевица	0,44–0,50
Фасоль пинто	2,38	Миндаль	1,35–3,22
Кукуруза	0,75–2,22	Арахис	0,95–1,76
Овсяные хлопья	0,89–2,40	Грецкий орех	0,98
Пшеница	0,39–1,35	Лесной орех	0,65

В злаковых фитиновая кислота содержится в основном в оболочке, за исключением кукурузы, где 80 % фитиновой кислоты сосредоточено в зародыше. В бобовых и масличных культурах она равномерно распределена по всему объему зерна. Также небольшое количество фити-

на есть в картофеле, артишоках, чернике, брокколи, моркови, инжире, зеленых бобах и клубнике. Замачивание или прораствание зерна продуктов нейтрализует большую часть фитиновой кислоты, за исключением сои, которая обязательно должна быть подвергнута гидротермической обработке.

Пробиотические молочнокислые бактерии, а также другие виды эндогенной микрофлоры толстого кишечника являются важным источником фермента фитазы, который гидролизует комплексы, образованные фитиновой кислотой и ионами металлов или других катионов, что делает их более растворимыми и улучшает их всасывание в кишечнике.

5.3. ПРИРОДНЫЕ ТОКСИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В пищевых продуктах могут содержаться природные токсические соединения, избыточное поступление которых с пищей отрицательно влияет на здоровье человека.

Лектины — это белки, содержащиеся в различных продуктах животного и растительного происхождения, которые избирательно связывают углеводы и углеводные фрагменты гликопротеидов клеточных мембран. Наиболее известные лектины — конканавалин бобовых, ризцин клещевины.

Лектины содержатся:

- в зерновых — пшенице и ее ростках, рисе, гречихе, овсе, ржи, ячмене, просе и кукурузе, а также в продуктах, приготовленных на их основе (масла, уксус, спирт, мука и т. д.);
- в бобовых — фасоли, чечевице, горохе, сое, арахисе;
- в орехах и семенах — грецкие орехи, фундук, семена кунжута, подсолнечника;
- в растениях семейства пасленовых — картофель, помидоры, баклажаны, перец;
- во фруктах — гранат, вишня, бананы, клубника и др.;
- в молочных продуктах, если коровы употребляли зерно вместо травы.

Не все лектины реагируют с клетками человека, безвредными считаются лектины овощей, лектины фруктов взаимодействуют избирательно у людей в зависимости от группы крови.

Наибольшее количество лектина обнаружено в семенах зерновых и бобовых культур.

Растительные лектины плохо подвергаются гидролизу пищеварительными ферментами и могут привести к нарушению работы желудочно-кишечного тракта у восприимчивых людей. Основные симптомы отравления некоторыми лектинами включают тошноту, рвоту, диарею. Повышенное их количество вызывает или чрезмерную секрецию слизи, что приводит к нарушению всасывания веществ в тонком кишечнике, или наоборот ингибирует выделения секрета кишечными клетками, что также отрицательно сказывается на процессах переваривания пищевых веществ. Лектины могут спровоцировать аллергические реакции, а также воздействовать на гормон лектин, регулирующий жировой обмен в организме.

Продукты с высокой концентрацией лектинов не должны употребляться в сыром виде. Их количество уменьшают процессы замачивания, проращивания, длительная варка. Сухое тепло (например, поджаривание), тепловая обработка при низких температурах или недостаточное время варки не может полностью инактивировать токсичное действие некоторых растительных лектинов. Лектины картофеля устойчивы к нагреванию, но они не являются токсичными.

Цианогенные гликозиды — это гликозиды некоторых цианогенных альдегидов и кетонов, которые при гидролизе ферментом кишечной микрофлоры — бета-глюкозидазой выделяют синильную кислоту, вызывающую ингибирование различных ферментов, в том числе цитохромоксидаз, а при употреблении в повышенном количестве — смерть. Летальная доза в организме человека составляет около 50 мг синильной кислоты (0,5–3,5 мг / кг массы тела).

К цианогенным гликозидам относятся линамарин, содержащийся в некоторых сортах фасоли, льне, маниоке, и амигдалин, который обнаруживается в косточках персиков, вишни, слив, абрикосов, яблок, некоторых орехах — миндале, кешью. Горький миндаль содержит до 5 % амигдалина, что соответствует 0,3 % связанной синильной кислоты, абрикосовые косточки — до 8 % (0,4 % синильной кислоты). Количество синильной кислоты в фасоли колеблется в зависимости от вида от 0,002 до 0,2 %. Также цианогенные гликозиды содержатся в некоторых сортах сладкого картофеля (батата) и бамбуке, молодые побеги которого являются деликатесом в странах Восточной Европы. К расщеплению гликозидов с улетучиванием синильной кислоты приводит интенсивная тепловая обработка.

Биогенные амины. К соединениям этой группы относятся серотонин, тирамин, гистамин, часто вызывающие аллергические реакции.

Серотонин широко распространен во фруктах и овощах. Бананы, ананасы, папайя, какао и шоколад являются источниками серотонина (с содержанием более 1 мкг/г). Но больше всего серотонина содержат грецкие орехи (около 300 мкг/г серотонина).

Гистамин содержится в клубнике, рыбах некоторых семейств и морепродуктах. Так же, как и другой биогенный амин — тирамин, гистамин обнаруживается в ферментированных продуктах, например в сыре, соевом соусе, квашеной капусте, пиве, вине и др. Некоторые виды пищевых отравлений связаны с преобразованием гистидина в гистамин в процессе бактериального разложения ряда продуктов, включая некоторые виды рыб (тунец, скумбрия, макрель).

Биогенные амины могут вызывать пищевую аллергию. Прием большого количества тирамина и гистамина у некоторых людей способствует повышению кровяного давления, возникновению головокружения и головных болей.

Алкалоиды — весьма обширный класс органических соединений, содержащих атомы азота, чаще всего в гетероциклическом кольце. Они оказывают самое различное фармакологическое действие на организм человека, являясь или сильнейшими ядами, или полезными лекарственными средствами.

Алкалоиды спорыньи инфицируют многие виды злаков и трав и при попадании в организм человека действуют на центральную нервную систему, вызывая различные заболевания. Некоторые пирролизидиновые алкалоиды содержатся в растениях и могут переноситься пчелами с пыльцой и загрязнять мед или попадать в молоко коров. Некоторые алкалоиды, найденные в меде, могут вызвать острое отравление и смерть.

Гликоалкалоиды соланин и чаконин содержатся в высоких концентрациях в картофеле при определенных условиях созревания и хранения. Особенно много соланина находится в позеленевшем картофеле. Гликоалкалоиды обнаружены также в помидорах, перце, и баклажанах. Количество соланина уменьшается при тепловой обработке — при варке — до 30 %, при жарке — до 50 %.

Отравление соланином вызывает поражение желудочно-кишечного тракта (боли в животе, тошнота, диарея, рвота) и нервной системы (сонливость, апатия, затрудненное дыхание, слабый и частый пульс).

Пуриновые алкалоиды, к которым относятся кофеин и часто сопровождающие его теобромин и теофиллин, являются стимуляторами

центральной нервной системы. При употреблении кофеина на уровне 1000 мг в день у человека быстро возникает постоянная потребность, напоминающая алкогольную зависимость. Содержание кофеина в сырье и различных продуктах колеблется в достаточно широких пределах: шоколад — 15–90 мг/100 г, энергетические напитки и кола-напитки — от 10 до 160 мг/100 г, чашка кофе — 40–120 мг, чашка черного чая в зависимости от способа приготовления — до 50 мг, чашка зеленого чая — 20–30 мг.

Чрезмерное потребление кофе может вызвать изменение психического состояния с появлением тревоги, бессонницы, раздражительности. Кофеин, содержащийся в кофе, стимулирует диурез и выделение из организма калия, магния, натрия и др. элементов, увеличивая тем самым потребность в них. Также кофеин способствует повышению артериального давления.

Псоралены (фуранокумарины): природные токсины в продуктах питания, таких как сельдерей, петрушка, пастернак, а также цитрусовых — лимон, лайм, бергамот, грейпфрут и др. Химическая структура псораленов состоит из кумарина, соединенного с фурановым кольцом.

Некоторые фуранокумарины обладают фототоксичностью, т. е. способны понижать устойчивость клеток к неблагоприятному воздействию света, и приводить к дерматиту кожи. Они не разрушаются под действием тепловой обработки, поэтому люди, чувствительные к действию псораленов, должны избегать употребления сельдерея, петрушки, пастернака перед длительным пребыванием на солнце, особенно в период с апреля по август.

Некоторые фуранокумарины, например **бергамоттин**, найденный главным образом в грейпфруте, ингибируют цитохром P450 в печени, который регулирует окислительный метаболизм различных фармацевтических препаратов. Влияние, обусловленное действием бергамоттина, длится до 24 часов. Поэтому ряд лекарственных препаратов нельзя принимать совместно с грейпфрутом или грейпфрутовым соком и даже через несколько часов после его употребления.

Гойтрогены: класс токсинов в продуктах питания, которые препятствуют поглощению йода или образованию его соединений и тем самым подавляют функцию щитовидной железы. Длительное воздействие может вызвать увеличение щитовидной железы (зоб). Гойтрогены содержатся в соевых бобах и продуктах на их основе, овощах семейства крестоцветных (различные виды капусты, горчица, брюква, репа и др.), а также просе, арахисе, кедровых орехах, клубнике, грушах, персиках.

Основными веществами, оказывающими негативное действие, являются изотиоцианаты и тиоцианаты в овощах семейства крестоцветных.

Людам, имеющим проблемы с щитовидной железой и в частности дефицитом ее гормонов, следует ограничить потребление зобогенных продуктов.

Кроме того, нежелательно употреблять гойтрогены совместно с продуктами, содержащими кофеин (кофе, чай, кола, шоколад), которые подавляют функцию щитовидной железы.

Тепловая обработка или ферментирование, что особенно важно для продуктов из сои, значительно уменьшают действие зобогенных продуктов.

В небольших дозах изотиоцианаты проявляют антиканцерогенное действие.

Танины (или дубильные вещества) могут рассматриваться как факторы, снижающие усвоение некоторых аминокислот, минеральных веществ, в частности кальция и железа, а также снижающие всасывание некоторых лекарств.

Танины — это большая группа химических соединений, которые разделяются в зависимости от свойств на гидролизуемые (галловая кислота) и конденсированные танины, образованные конденсацией из флавонов. Содержатся в чае, вине, хурме, гранате, некоторых ягодах (черника, клюква, клубника и др.). Большое количество танинов найдено в орехах (фундук, грецкие, pekan), специях (гвоздика, тмин, корица и др.), в бобовых, причем бобовые с красной оболочкой содержат больше дубильных веществ, чем с белой.

Несмотря на уменьшение процессов всасывания минеральных веществ, танины в настоящее время рассматриваются и как вещества, имеющие положительное влияние на здоровье человека, так как обладают антиоксидантными свойствами.

Афлатоксин — канцерогенные токсины в продуктах питания, которые производится грибом вида *Aspergillus*. Этот грибок может загрязнять различные продукты как до сбора урожая, так и во время хранения. Наиболее часто поражаются:

- зерновые культуры (кукуруза, сорго, просо, рис и пшеница);
- семена масличных культур (арахис, соя, семена подсолнечника, хлопчатника);
- орехи (миндаль, фисташки, грецкие орехи, кокос и бразильские орехи);
- специи (перец чили, черный перец, кориандр, куркума, имбирь).

Токсин может быть найден в молоке животных, которые питаются загрязненными кормами.

Афлатоксины приводят к анемии, поражению печени, онкологическим заболеваниям, при острых отравлениях — к смерти.

Во многих странах мира устанавливают стандарты на максимальное количество афлатоксина в продуктах питания. В зависимости от страны значения колеблются от 5 до 30 мкг/кг и применяются как к некоторым продуктам, таким как арахис, орехи, сухофрукты, кукуруза, рис, так и абсолютно всем продуктам.

Алкоголь в больших количествах можно считать токсичным компонентом в рационе человека. Алкогольные напитки являются рафинированными продуктами питания, имеющими достаточно высокую энергетическую ценность. При окислении 1 г этанола выделяется 7 ккал энергии, что гораздо выше калорийности углеводов и белков.

Попадая в организм человека, этанол, как и другие токсичные вещества, под воздействием ряда ферментов (алкогольдегидрогеназы и др.) окисляется до ацетальдегида, а затем до уксусной кислоты.

При потреблении алкоголя в больших количествах ферменты не справляются с процессами обезвреживания, происходит накопление этилового спирта и уксусного альдегида, что вызывает симптомы обширной интоксикации (головная боль, тошнота, аритмия сердечных сокращений).

Алкогольная интоксикация приводит к нарушению деятельности желудочно-кишечного тракта, повреждается слизистая оболочка желудка и тонкого кишечника, нарушается всасывание воды, минеральных веществ и витаминов. У людей, потребляющих большие количества алкоголя, обнаруживается дефицит незаменимых веществ. Примером могут служить тяжелые формы недостаточности витаминов у алкоголиков: алкогольные формы полиневрита, пеллагры, бери-бери и т. п. Нарушение всасывания цинка приводит к уменьшению активности цинкозависимой алкогольдегидрогеназы, расщепляющей этанол. Нерасщепленный алкоголь еще больше усиливает свое токсическое действие на организм.

Интоксикация сопровождается потерями памяти, в тяжелых случаях возможны недостаточность кровообращения, снижение функции дыхания, что приводит к смертельному исходу. По усредненным данным ВОЗ, смертность, связанная с употреблением алкоголя, составляет более 6 % у мужчин и около 1 % у женщин. В России эти показатели гораздо выше. Так, например, отравления со смертельным исходом на 60 % обусловлены алкоголем.

Алкоголь оказывает неблагоприятное воздействие на метаболизм многих лекарственных веществ. Даже однократное употребление этилового спирта является прямым противопоказанием к назначению целого ряда лекарственных средств.

В связи с токсичным влиянием этанола на центральную и периферическую нервную систему, печень и другие органы алкогольные напитки, потребляемые в чрезмерном количестве, считаются антиалиментарным фактором питания.

Хроническое потребление алкогольных напитков приводит не только к авитаминозам, но и к нарушению углеводного, жирового и белкового обмена и заканчивается, как правило, биохимической катастрофой с тяжелыми патологиями.

Контрольные вопросы

1. Какие вещества обладают биологической активностью?
2. К какому классу относятся лимонноиды, их роль?
3. Какие вещества обладают антиоксидантными свойствами?
4. Каково значение ресвератрола?
5. Опишите основные источники глюкозинолатов.
6. Назовите вещества, улучшающие барьерную функцию печени.
7. Какова антимикробная и антиканцерогенная защита организма с помощью компонентов пищи?
8. Опишите ингибиторы пищеварительных ферментов в растениях.
9. Перечислите основные антивитамины.
10. Какие вещества снижают усвоение кальция?
11. Каково действие лектинов?
12. Какие алкалоиды вам известны?
13. В чем проявляется токсичность фуранокумаринов?
14. Раскройте понятие «гойтроген».
15. Каковы основные источники афлатоксинов?

ГЛАВА 6



ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ОСНОВНЫХ ГРУПП ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Пищевая ценность — это совокупность свойств продукта, при наличии которых удовлетворяются физиологические потребности человека в необходимых веществах (белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов) и энергии.

Человечество использует около тысячи источников питания, которые можно разделить на следующие основные группы:

- молоко и молочные продукты;
- яйца;
- мясо и мясные продукты;
- рыба;
- продукты из зерна (мука, рис, крахмал, макаронные изделия);
- овощи, фрукты;
- жиры, масла;
- специи, напитки.

Каждую из групп можно охарактеризовать по преобладанию определенных компонентов и влиянию на организм и здоровье человека.

6.1. МОЛОКО И МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

В **свежем молоке** содержится более 150 природных веществ: белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества, различные ферменты, гормоны, иммунные, небелковые азотистые и красящие веще-

ства, кислоты и др. В питании населения преимущественно используется коровье молоко.

Белки. В коровьем молоке содержится около 3 % белков. Белки молока обладают высокой биологической ценностью, в их состав входят все незаменимые аминокислоты в оптимальном соотношении. Большая часть молочных белков (80 %) приходится на казеин, остальные белки — сывороточные — состоят из альбуминов и глобулинов, превосходящих казеин по содержанию незаменимых аминокислот. Казеин является медленно перевариваемым белком — аминокислоты казеина поступают в кровь через 3–4 часа после его употребления, полное переваривание заканчивается через 7 часов. Аминокислоты сывороточных белков попадают в кровоток через 40–60 минут. Таким образом, белки коровьего молока по-разному включаются в метаболизм белка организма, что особенно важно для младенцев. В женском молоке преобладают сывороточные белки (60–70 %), поэтому оно лучше усваивается.

Липиды молока состоят из эмульгированных триглицеридов, жирных кислот, а также из холестерина (удовлетворительно сбалансированного с лецитином). Молочный жир содержит значительное количество ненасыщенных жирных кислот, но, учитывая, что максимальное содержание жира в молоке 3–4 %, они не могут существенно изменить жирнокислотный состав рациона. Молочный жир легко переваривается — его переваривание начинается уже в желудке.

Молочный сахар (лактоза) способствует усвоению кальция, благоприятно влияет на кишечную микрофлору. У некоторых людей молочный сахар ввиду отсутствия фермента галактозидазы не переваривается и вызывает брожение в кишечнике.

Витамины — молоко содержит в небольшом количестве почти все витамины, но больше всего B_2 , B_{12} , A и D.

Минеральные вещества молока — это в основном кальций и фосфор, которые содержатся в благоприятном соотношении 1 : 0,75. стакан молока на 20 % обеспечивает потребность человека в кальции. Кальций усваивается из молока лучше, чем из других продуктов. В молоке относительно много калия и мало натрия и магния. Молоко бедно железом и другими кроветворными элементами.

Энергетическая ценность молока сравнительно невелика — 30–80 ккал/100 г и зависит от его жирности.

Кисломолочные продукты — йогурт, кефир, ряженка, творог, сметана, сыры и др. благодаря молочной кислоте и микрофлоре благоприятно влияют на функции органов пищеварения.

Такие кисломолочные продукты, как йогурт, кефир, творог и другие, обладают всеми свойствами молока. Данный вид продуктов могут

употреблять люди, страдающие непереносимостью лактозы, так как ее количество уменьшено за счет процессов брожения. Некоторые кисломолочные продукты являются источником живых бактерий, т. е. обладают пробиотическими свойствами.

По сравнению с цельным молоком, белок кисломолочных продуктов легче переваривается.

Сыры — пищевой продукт, получаемый из молока с использованием сычужных ферментов и молочнокислых бактерий. Сыры являются концентратом пищевых веществ молока: в них много белков (до 25 %), содержание жира доходит до 60 %, много кальция и фосфора. 100 г сыра содержат до 900 мг кальция. Белки сыра лучше усваиваются организмом, чем белки молока

Сыры являются источником насыщенных жирных кислот и холестерина. Некоторые выдержанные сыры содержат значительные концентрации гистамина и тирамина, которые могут вызвать симптомы аллергических реакций: головные боли, сыпь, повышение кровяного давления. В производстве плавленых сыров используются специальные соли-плавители, включающие фосфаты, при этом нарушается соотношение кальция и фосфора.

6.2. ЯЙЦА И ЯЙЦЕПРОДУКТЫ

Яйца — один из самых ценных пищевых продуктов. В нем содержится около 12,5 % полноценного белка, много витаминов, в том числе А, В₁, В₂, пантотеновой и фолиевой кислот, а также минеральных элементов, особенно железа, фосфора, цинка.

Белок и желток яйца различаются между собой по содержанию отдельных пищевых веществ. Белок яйца составляет в среднем 58 % от массы целого яйца. Благодаря отсутствию жира, холестерина блюда из белка (без желтка) применяются в соответствующих лечебных рационах. Белки сырых яиц имеют низкую биодоступность (51 %), при доведении до кипения биодоступность увеличивается до 91 %, т. е. белок вареного яйца усваивается в два раза лучше по сравнению с сырыми яйцами. Большинство витаминов и все липиды яйца сосредоточены в желтке, в том числе и холестерин. Одно яйцо (50 г) содержит около 180–220 мг холестерина. Считают, что людям молодого и среднего возраста без факторов риска атеросклероза и ведущим активный образ жизни допустимо употребление 2 яиц в день. При наличии факторов риска развития атеросклероза потребление яиц ограничивают до 3–4

и даже 2—3 штук в неделю (полное исключение яиц при атеросклерозе в настоящее время не является оправданным).

Яйцо содержит ряд белков, являющихся аллергенами, особенно в раннем детстве — овомукоид, яичный альбумин, кональбумин, овомуцин и др.

6.3. МЯСО, ПТИЦА И МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ

Эти продукты в основном являются одним из крупнейших источников белка, а также витаминов группы В, усвояемого железа и других микроэлементов.

Белки в мясе составляют значительную долю пищевых веществ, в среднем 20 % — в сыром продукте и около 30 % — в готовом (жареном, вареном и т. д.) Белки мяса содержат все незаменимые аминокислоты, и поэтому мясо вместе с другими видами продуктов питания может быть частью сбалансированной диеты.

Количество жира в мясе колеблется в широких пределах и зависит от вида и породы животных, от способов откорма, части туши и др. Так, телятина содержит 0,8 % жира, а свинина (шейная часть) — 25 %. Жиры мяса имеют в своем составе большое количество насыщенных жирных кислот и высокий уровень холестерина. Вместе с тем некоторые субпродукты (печень, мозг) содержат ПНЖК.

Мясо является богатым источником витаминов группы В — рибофлавина, никотиновой кислоты, витаминов В₆, В₁₂. В печени и почках содержатся ретинол и кальциферол.

Из минеральных веществ мяса наибольшее значение в питании имеет железо, цинк, фосфор. Железо в мясе находится в легкоусвояемой для организма форме.

Экстрактивные вещества мяса (креатин, креатинин, карнозин и др.) придают вкус и аромат мясу и бульону, повышают аппетит и стимулируют секрецию пищеварительных желез. При варке мяса 30—60 % экстрактивных веществ переходит в бульон, поэтому отварное мясо используется в различных видах питания, требующих химического щажения.

В кулинарной терминологии и в диетологии ряда зарубежных стран мясо подразделяют на красное и белое, причем обозначения того или иного вида мяса имеют некоторые различия. В диетологии считают белым мясом мясо птицы, а в кулинарной практике, например, мясо утки считается красным, а мясо свинины — белым. Основным фактором, определяющим цвет мяса, является концентрация миоглобина в мышцах. Белое куриное мясо содержит менее 0,05 % миоглобина, его

количество в некоторых частях тушки, например бедрышках, может достигать от 0,18 до 0,20 %, в свинине — 0,1–0,3 %, в говядине — 0,4 до 1,0 %, миоглобин в говядине старых животных достигает 1,5–2,0 %.

Употребление красного мяса, по мнению Всемирного фонда исследования рака, увеличивает риск развития некоторых форм онкологических заболеваний. Поэтому употреблять красное мясо в количестве, большем, чем 500 г в неделю (около 800 г сырого мяса), не рекомендуется. Вместе с тем, учитывая, что мясо является богатым источником белка и витаминов не следует полностью исключать его из рациона.

6.4. РЫБА И НЕРЫБНЫЕ МОРЕПРОДУКТЫ

Химический состав рыбы сильно варьирует в зависимости от вида, возраста, пола, сезона и других факторов. Так, например, период нереста требует более высокого уровня энергии, поэтому рыба использует для восполнения энергетических трат липиды, а иногда и белки, и соответственно имеет другой компонентный состав пищевых веществ.

Рыба содержит полноценные белки с хорошо сбалансированным составом аминокислот. В малобелковых рыбах (макрорус, мойва и др.) — около 10–13 % белка, в высокобелковых (горбуша, кета, семга, лосось, тунец и др.) — 21–22 %.

Количество жира зависит от вида рыбы, ее возраста и других факторов. Так, треска, хек, щука, минтай относятся к тощим видам рыб, в них жира мало — менее 2 %. Хек, окунь, форель, сардины содержат от 2 до 10 % жира, лосось, осетр, скумбрия, сельдь, пангасиус — более 10 %. Содержание жира в рыбе может сильно варьироваться в зависимости от сезона, особенно в жирной рыбе. Например, весной скумбрия содержит 3–5 % жира, а в декабре — до 35 %.

Жиры рыб в отличие от жиров животных содержат полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в том числе и омега-3 жирные кислоты, относящиеся к незаменимым факторам питания. Больше всего омега-3 жирных кислот содержится в рыбах, живущих в холодных водах — лососе, сардинах, скумбрии, атлантической сельди и др. Отношение омега-6- и омега-3-жирных кислот в этих рыбах равняется 1 : 1, а у рыб, выращиваемых на фермах, например тилапии, данный показатель составляет 11 : 1.

Рыба является хорошим источником витаминов B_2 , B_6 , никотиновой кислоты. В печени некоторых рыб, например трески, содержатся витамины А и D. В рыбе много витаминов и минеральных веществ. Так, например, 100 г сельди обеспечивает потребность в витаминах B_2 ,

V_6 , и никотиновой кислоте примерно на 20 %. фосфоре — на 30–35 %, кальций, железе, магнии — на 6–9 % и полностью удовлетворяет потребность организма человека в цинке.

Количество йода в рыбе колеблется в достаточно широких пределах и может составлять как небольшую долю требуемой потребности, так и количество, приближающееся к значениям допустимого верхнего предела.

Однако рыба является не только источником полезных веществ, в ней содержатся холестерин (40–100 мг в 100 г), пуриновые основания, может накапливаться ртуть. Наличие пуриновых оснований требуют ограничения, а в некоторых случаях — исключения рыбы из питания при подагре и почечнокаменной болезни.

Ртуть накапливается в мышцах и органах рыбы и морепродуктов, обычно в форме метилртути — высокотоксичного органического соединения. Виды рыб, которые являются долгоживущими и находятся по пищевой цепи выше (т. е. питаются рыбами, а не водорослями), содержат в себе больше ртути, чем другие (табл. 6.1).

Количество рыбы с высоким содержанием ртути следует ограничивать до 200–400 г в неделю, а детям в возрасте до 6 лет, беременным и кормящим женщинам полностью отказаться от данных видов рыбы.

Новые данные о пищевой ценности рыбы, связанные с изменением представления о роли ПНЖК жиров морской рыбы, вызвали «рыбный бум» в ряде стран. В США и некоторых других странах за последние 10 лет потребление рыбы возросло на 20 %, а мяса животных — уменьшилось. По российским нормам питания взрослому здоровому человеку рекомендуется съедать в среднем 50 г рыбы и рыбных продуктов в сутки.

Нерыбные морепродукты — мидии, морской гребешок, креветки, крабы, трепанги, кальмары и др. При малой жирности они являются источником полноценных белков, а по содержанию микроэлементов намного превосходят мясо животных. Однако в них много холестерина, например креветки содержат от 120 до 250 мг на 100 г продукта.

Морская капуста (ламинария) отличается большим содержанием фолиевой кислоты (содержание которой составляет почти половину ее дневной потребности), а также рибофлавина и пантотеновой кислоты. Морская капуста является хорошим источником кальция, железа, магния и йода.

В икре осетровых и лососевых рыб («черная» и «красная» икра) содержится около 25 % белков и 15–20 % жиров. Она богата лецитином, витаминами А, D, Е и группы В, железом и некоторыми другими минеральными веществами. Однако в икре много холестерина — около 600 мг в 100 г продукта, что вдвое превышает дневную рекомендуемую потребность.

Таблица 6.1. Содержание ртути в некоторых видах рыб

Вид рыбы	Промиле	Вид рыбы	Промиле
Меч-рыба	0,995	Хек	0,079
Акула	0,979	Форель	0,071
Скумбрия королевская	0,730	Масляная	0,058
Тунец	0,350–0,689	Камбала	0,056
Марлин	0,485	Пикша	0,055
Морской окунь	0,121–0,448	Кефаль	0,050
Палтус	0,241	Кальмар	0,023
Скумбрия	0,050–0,454	Лосось	0,022
Окунь	0,121	Сардина	0,013
Треска	0,111	Тилапия	0,013
Карп	0,110	Лосось	0,008
Сельдь	0,084	Креветки	0,001

Рыба и морепродукты вызывают аллергические реакции у некоторых людей.

6.5. ЗЕРНО И ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Зерновые культуры являются основными продуктами питания большей части населения стран мира, в том числе и России. Из зерна получают **крупы** путем удаления верхних оболочек и иногда дробления. Большую долю в крупах составляет крахмал (50–71 %), на белки приходится 7–13 % белков, жира за исключением некоторых видов (пшени, овса) мало — 1–3 %. Количество минеральных веществ, витаминов и пищевых волокон зависит не только от вида зерна, но и способа его переработки. Удаление оболочек, гидротермическая обработка зерна, шлифовка (например, риса) уменьшается их количество.

В белке большинства круп не хватает аминокислот лизина и триптофана, поэтому они являются неполноценными. Только белки гречневой крупы имеют биологическую ценность выше 90 %, так как содержат лизин, треонин, триптофан и серосодержащие аминокислоты.

Крупы, особенно овсяная, гречневая, ячневая и пшено, являются хорошим источником витаминов B_1 , B_6 , пантотеновой кислоты, витамина РР. Геркулес, кукурузная и манная крупа являются источником фолиевой кислоты.

Большинство круп содержат много магния (особенно рис и геркулес), цинка, железа. Ряд круп являются хорошим источником пище-

вых волокон, так например в 100 г геркулеса их содержится 10 г, в том числе бета-глюканов — 4 г.

Гречневая крупа обладает высокой антиоксидантной активностью за счет наличия рутина.

Крупы называют универсальными продуктами лечебного питания: их включают в диеты практически при всех болезнях в зависимости от вида кулинарной обработки.

В здоровом повседневном питании удобны новые продукты — овсяные и кукурузные хлопья быстрого приготовления, а также мюсли — различные смеси зерновых (пшеницы, ржи, овса, кукурузы, ячменя) с кусочками фруктов, орехами и т. д. Хлопья или зерна обрабатывают инфракрасными лучами, что придает готовому продукту рассыпчатую структуру и возможность употребления без кулинарной обработки в «сыром» виде. Мюсли содержат аналогичный зерновым культурам комплекс полезных веществ, включая витамины и минеральные элементы.

Отруби (пшеничные, ржаные, рисовые, кукурузные и др.) являются внешней оболочкой зерновки и часто включают также зародыш. Отруби особенно богаты клетчаткой (45–70 % в пшеничных, ржаных, ячменных отрубях) и незаменимыми жирными кислотами, содержат значительное количество крахмала, белка (8–18 %), витаминов (группы В и витамин Е) и минералов (железа, калия, цинка, меди, марганца, селена).

К антипитательным факторам отрубей следует отнести фитин, который ухудшает всасывание минеральных веществ.

Отруби широко применяют в качестве добавки в различные продукты. Используют в питании для профилактики и в диетотерапии при сахарном диабете, атеросклерозе, ожирении, артериальной гипертензии, желчно-каменной болезни, синдроме раздраженной кишки с запорами и т. д.

Бобовые широко используются в питании различных народов. Из многих видов основными в России являются лущеный горох, фасоль, чечевица, соя.

Бобовые являются хорошим источником белка: горох и фасоль содержат 22–24 %, чечевица — 26 %, соя — до 35 % белка. Бобовые содержат относительно низкое количество незаменимой аминокислоты метионина, однако при употреблении в диете других зерновых, например риса, получаемый организмом белок является полноценным.

Из витаминов в бобовых много тиамина и фолиевой кислоты. Так, 100 г чечевицы удовлетворяет потребность организма в тиаминах на 75 %, в фолиевой кислоте — на 100–120 %. Бобовые — хороший источник многих минеральных элементов — железа, магния, цинка, фосфора и др. Порция отварной фасоли (200 г), например, обеспечивает около 60 % необходимого количества железа, около 40 % магния, 30 % цинка и калия.

Бобовые — один из лучших источников пищевых волокон, содержание которых составляет 15–30 %.

Однако несмотря на очевидную пищевую ценность бобовые содержат ряд антипитательных веществ — ингибиторов трипсина, альфа-амилазы, фитатов, некоторые виды — много олигосахаридов, вызывающих брожение в кишечнике. Поэтому их кулинарная обработка требует особого внимания. Замачивание и промывание в нескольких водах может значительно снизить количество олигосахаридов во всех бобовых, включая горох, а длительная варка уменьшает активность ингибиторов.

Соя, содержащая до 35 % белка, является исходным сырьем для изготовления многих видов пищевых продуктов (сыра, творога, молока, фарша и др.). Современные технологии переработки сои позволяют сохранить в ней пищевые и биологически активные вещества с одновременным удалением типичных для бобовых антипитательных факторов.

Макаронные изделия содержат большие количества крахмала в своем составе — до 70 %, однако часть крахмала макаронных изделий относится к резистентным крахмалам, т. е. не переваривается в тонком кишечнике человека, и таким образом калорийность макаронных изделий будет гораздо меньше расчетной.

Мука, хлеб и хлебобулочные изделия. Пищевая ценность муки зависит от ее вида, типа и сорта. Сорт определяется по типу помола. При грубом помолу все зерно измельчают в муку, которая состоит из крупных частиц, содержит оболочки клеток, отруби (пшеничная 2-го сорта и обойная, ржаная обдирная и обойная); при тонком помолу мука нежная, состоит из мелких частиц эндосперма зерна, наружные слои которого удаляются (пшеничная мука 1-го и высшего сортов, крупчатка, ржаная сеяная. Чем тоньше помол и выше сорт муки, тем меньше в ней белков и особенно минеральных веществ, витаминов, пищевых волокон, но больше крахмала и лучше перевариваемость и усвояемость.

В пшеничной муке высшего сорта содержится белка — 10 %, крахмала — 70 %, в муке 2-го сорта белка — 12 %, крахмала — 63 %, но в 6 раз больше клетчатки, в 2–4 раза — минеральных веществ, в 2–3 раза — витаминов группы В, чем в муке высшего сорта.

Хлеб содержит много углеводов (40–50 %), в основном крахмала, 1 % жира и 6–8 % недостаточно полноценных белков. Хлеб — источник витаминов В₁, РР, В₂, В₆ и Е, а также натрия, фосфора, магния. Энергоценность — 200–250 ккал/100 г.

Химический состав и усвояемость хлеба зависят от вида и сорта муки. Белки ржаного и пшеничного хлеба из обойной муки усваиваются на 75 %, а из муки высшего сорта — на 85 %. Однако в хлебе из муки высшего и 1-го сортов меньше белка, витаминов, минеральных

веществ, пищевых волокон, но больше крахмала. В пшеничном хлебе по сравнению с ржаным несколько больше белков и крахмала.

Пшеничный хлеб имеет меньшую кислотность и легче переваривается, чем ржаной, поэтому в щадящих желудочно-кишечный тракт диетах используют пшеничный хлеб. Подсушенный и вчерашней выпечки хлеб оказывает меньшее сокогонное действие и лучше переносится при заболеваниях органов пищеварения.

Для взрослого здорового человека с умеренной физической активностью достаточно 300–400 г хлеба в день. Во многих странах Западной Европы ориентировочная норма суточного потребления хлеба — 200–250 г.

При ряде заболеваний количество хлеба следует уменьшить для снижения содержания углеводов и (или) энергоценности рациона (сахарный диабет, ожирение) или для резкого ограничения натрия в диете, так как в 100 г хлеба содержится 1–1,5 г поваренной соли.

6.6. ОВОЩИ, ФРУКТЫ И ЯГОДЫ

Овощи, фрукты и ягоды являются важными источниками витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, биологически активных веществ: флавоноидов, каротиноидов, фитонцидов и др.

Овощи и фрукты в основном содержат мало белка (0,5–1,5 %) и жира. В сладких фруктах, а также ряде овощей (свекла, морковь, лук) содержатся моно- и дисахариды. Сухофрукты, большинство ягод, айва, кизил, апельсины, свекла, морковь, капуста белокочанная, баклажаны и др. содержат достаточно большое количество клетчатки. Пектинами в большой степени богаты свекла, яблоки, смородина черная, слива, персики, клубника.

Овощи, фрукты и ягоды — важные поставщики калия. Наиболее богаты калием сухофрукты, картофель, зеленый горошек, томаты, свекла, редис, зеленый лук, черешня, смородина, виноград, абрикосы, персики. В сухофруктах, салатах, свекле, моркови, зеленом горошке, черной смородине, вишне содержится много магния.

Овощи, фрукты и ягоды — главный источник витамина С, каротиноидов, включая β-каротин, важный источник фолатина (фолиевой кислоты) и витамина К. Некоторые овощи (картофель, бобовые, цветная капуста, зеленый лук и др.) служат источником витаминов В₁, В₂, РР.

Овощи содержат большое разнообразие биологически активных веществ, которые обладают антиоксидантными, антибактериальными, противовирусными и противораковыми свойствами.

Эксперты ВОЗ пришли к заключению, что в рационе здорового питания взрослого человека должно быть, помимо картофеля, не менее 400 г овощей, фруктов и ягод, предпочтительно сырых. Желательно, чтобы в питании ежедневно присутствовало не менее 5 видов овощей и 3 видов фруктов и ягод. По нормам питания России среднесуточный набор продуктов должен включать около 350 г различных овощей и 250 г свежих фруктов. Желательно употреблять всевозможные фрукты и ягоды, чередуя или совмещая их в течение дня или недели. Такой подход обеспечивает организм нужными пищевыми и минорными биологически активными веществами и удовлетворяет вкусовые потребности человека; не приводя к пресыщению.

Орехи — грецкие, кедровые, лесные (лещина), фундук, миндаль, арахис (земляной орех из семейства бобовых). Хотя орехи относятся к плодам, как фрукты и ягоды, они резко отличаются от последних. В ядрах орехов содержится 16–20 % белка невысокой биологической ценности, жиров — 50–65 %, углеводов — 10–15 %; энергоценность — 600–700 ккал/100 г съедобной части.

В жирах одних видов орехов преобладает олеиновая кислота (миндаль, фундук), в других (грецкие и кедровые) — незаменимые ПНЖК. Около 30–35 г ядер грецкого ореха обеспечивают суточную потребность взрослого человека в этих кислотах. В очищенных грецких и кедровых орехах незаменимые жирные кислоты быстро окисляются, снижается их биологическая эффективность, жир прогоркает.

Орехи — хороший источник витаминов Е и группы В. В них содержатся разнообразные минеральные вещества, особенно много калия (при очень малом содержании натрия), магния и железа. Однако в связи с высоким содержанием пищевых волокон и фитатов некоторые минеральные вещества (калий, железо и др.) плохо усваиваются. Также орехи могут проявлять аллергенные свойства.

6.7. ЖИРОВЫЕ ПРОДУКТЫ

К этой группе продуктов относятся животные жиры, масла растительные, молочный жир, майонезы, маргарины, кондитерские жиры, спреды и смеси топленые.

Жиры топленые животные (свиной, говяжий, бараний, костный) получают методом вытапливания из жировой и костной ткани. Топленые жиры отличаются высоким содержанием насыщенных жирных кислот, количество которых в говяжьем и бараньем жире составляет в среднем 60 %, в свином и костном — 42 %. Содержание ПНЖК в говяжьем,

бараньем и костном жире — от 3,2 до 5,4 %, в свином — 10,5 %. Количество холестерина в этих жирах достигает 100–110 мг %.

Говяжий и бараний жиры относятся к тугоплавким, они плохо перевариваются и поэтому исключаются из диетического, лечебно-профилактического и детского питания. В отдельных случаях допускается использовать свиной жир, который имеет более низкую температуру плавления, лучше усваивается и содержит больше незаменимых жирных кислот.

Растительные масла обладают высокой биологической ценностью вследствие содержания ПНЖК, фосфатидов, фитостерина, жирорастворимых витаминов. Процесс рафинирования масла снижает биологическую ценность продукта, так как в ходе обработки происходит потеря фосфатидов и токоферолов. Растительные масла тропических деревьев (кокосовое, пальмовое и др.) содержат повышенное количество насыщенных жирных кислот.

Масло из коровьего молока (сливочное) содержит от 70 до 82,5 % жиров, вследствие чего обладает высокой энергетической ценностью — 600–775 ккал/100 г. Высокая пищевая ценность данного жирового продукта обусловлена в первую очередь наличием ПНЖК: арахидоновой — 0,2 %, линолевой — 3,2 % и линоленовой — 0,7 %.

В масле сливочном присутствуют витамины Е (2–5 мг %), А (0,59 мг %), бета-каротин (0,38 мг %), D₂ (0,002–0,008 мг %), немного В₂ и РР.

Преимущество сливочного масла перед другими топлеными жирами заключается в низкой температуре плавления, что способствует легкому и более полному усвоению этого продукта (95–98 %). Сливочное масло является обязательным компонентом детского и диетического питания.

Майонезы — жировые продукты, включающие в свой состав растительные масла (36–67 %), яичный порошок, сухое молоко, сахар, соль, горчицу и уксус. Современные рецептуры майонезов, особенно легких, предусматривают большие количества пищевых добавок (эмульгаторы, стабилизаторы, красители, ароматизаторы и др.). Особенности состава ограничивают применение майонезов при некоторых видах питания и ряде заболеваний.

Маргарины. Жировой основой маргаринов служит саломас, представляющий собой переведенные в твердое состояние (гидрогенизирование) растительные масла, жиры морских животных, рыб и др. В зависимости от рецептуры к саломасу добавляют животные топленые жиры, растительные масла, сливочное масло, сахар, соль, пищевые добавки (эмульгаторы, ароматизаторы, антиокислители и др.), а также обогащают жирорастворимыми витаминами (А, бета-каротин, Е).

По усвояемости маргарины почти не отличаются от сливочного масла, но в них больше витамина Е, линолевой кислоты. Холестерин в маргаринах содержится в следовых количествах.

Получаемые в процессе гидрогенизации моно- и полиненасыщенных жирных кислот твердые сорта маргарина, кондитерские и кулинарные жиры содержат трансизомеры жирных кислот (ТИЖК). При потреблении в большом количестве ТИЖК неблагоприятно влияют на организм, так как существенным образом изменяют функции молекул ферментов и клеточных оболочек, в состав которых они попадают.

Имеются данные о том, что ТИЖК, как и насыщенные жирные кислоты, повышают уровень общего холестерина и снижают антисклеротические фракции в крови. Они являются фактором риска развития атеросклероза, нарушают обмен биологически активных веществ, образующихся из ПНЖК, ухудшают качество жиров грудного молока у кормящих матерей.

Кондитерский жир — смесь пищевых жиров в основном растительного происхождения (саломасы растительные, кокосовые, пальмоядровые масла и др.). Некоторые виды кондитерского жира содержат китовый саломас, свиной и говяжий жир. Применяется для изготовления хлебобулочных изделий, вафельных прослоек, конфет и др.

Спреды и смеси топленые. В последние годы на потребительском рынке появились жировые продукты нового поколения со сложным сырьевым составом, называемые облегченными и обозначаемые как масло легкое, масло мягкое. В этих смесях молочные жиры заменяются на растительные и животные жиры немолочного происхождения.

Спред (англ. *spread* — пастообразный продукт) — масложировая смесь, включающая в свой состав от 85 до 100 % растительных масел специальной обработки. Также в спредах могут содержаться пищевкусовые добавки, ароматизаторы, витамины.

В зависимости от сырья (количества молочного жира в составе жировой фазы) различают спреды:

- сливочно-растительные — молочного жира не менее 50 %;
- растительно-сливочные — молочного жира от 15 до 49 %;
- растительно-жировые — жировая фаза состоит только из растительных масел специальной обработки.

Смеси топленые — жировой продукт с массовой долей жира не менее 99 %, вырабатываемый методом вытапливания жировой фазы из спреда. По пищевой и биологической эффективности смеси топленые, так же как и спреды, значительно уступают маслу коровьему.

6.8. КОНДИТЕРСКИЕ И МУЧНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

Группа кондитерских изделий включает большой ассортимент изделий: шоколад, конфеты, вафли с жировыми начинками, печенье, пасты молочно-шоколадные, зефир, пирожные, торты и др. изделия. Обычно данная группа продукции имеет в своем составе большое количество сахара и в некоторых изделиях — жира.

Эти изделия могут служить дополнительным (помимо других продуктов питания) источником энергии, углеводов (в том числе легкоусвояемых сахаров). Потребление излишнего количества мучных кондитерских изделий может сказаться на калорийности рациона, к тому же в изделиях, приготовленных с использованием гидрогенизированных жиров, может быть повышено количество трансизомеров жирных кислот. Поэтому данными продуктами не следует злоупотреблять в повседневном питании.

Некоторые изделия (например, зефир, мармелад) могут служить дополнительным (помимо других продуктов питания) источником витаминов, минеральных веществ, а также пищевых волокон, что особенно важно для дошкольников и школьников.

Имеет значение, что для данных групп населения при приготовлении кондитерских и мучных кондитерских изделий не должны использоваться кулинарные и кондитерские жиры, ядро абрикосовой косточки, натуральный кофе.

Контрольные вопросы

1. Какие незаменимые вещества содержатся в молоке и молочных продуктах?
2. Какие продукты содержат повышенное количество холестерина?
3. Опишите роль экстрактивных веществ мяса.
4. Каковы основные источники животных и растительных белков?
5. Какие продукты являются источниками полиненасыщенных жирных кислот?
6. Чем полезны крупы?
7. В каких продуктах много пектиновых веществ?
8. Перечислите основные источники биологически активных соединений.
9. Сколько овощей и фруктов должен человек съедать ежедневно?
10. Какие жиры содержат повышенное количество трансизомеров?

ГЛАВА 7

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕОРИИ ПИТАНИЯ

Известно, что питание — это сложный и многосторонний процесс, который обеспечивает рост и нормальное развитие детского организма, максимальную работоспособность и хорошее самочувствие в зрелом возрасте, долголетие и здоровье в старости. Для реализации этих принципов разработаны и продолжают разрабатываться различные теории питания, некоторые из которых не имеют научного обоснования.

7.1. НАУЧНЫЕ ТЕОРИИ ПИТАНИЯ

В настоящее время в нашей стране принята **теория рационального сбалансированного питания**, которая прошла длительный путь совершенствования, но научную основу ей придал А. А. Покровский — академик АМН СССР (1916–1976), директор Института питания. Эта теория базируется на балансных подходах к оценке и режиму питания, главные из которых следующие:

- питание поддерживает молекулярный состав организма и возмещает его энергетические и пластические расходы;
- идеальным считается питание, при котором поступление пищевых веществ максимально точно (по времени и составу) соответствует их расходу;

- поступление пищевых веществ в кровь обеспечивается в результате расщепления пищевых структур и всасывания нутриентов, необходимых для метаболизма, энергетических и пластических потребностей организма;
- пища состоит из компонентов, различных по физиологическому значению: макро- и микронутриентов, балластных веществ и вредных веществ;
- ценность пищевого продукта определяется содержанием и соотношением в нем аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов и минеральных солей;
- поток веществ должен быть хорошо сбалансирован по составу, чтобы поддерживать химическое равновесие в организме;
- утилизация пищи осуществляется самим организмом.

Покровским разработана так называемая формула сбалансированного питания, представляющая собой таблицу с указанием пищевых компонентов и потребностей в них организма человека (табл. 7.1).

После разработанной А. А. Покровским формулы сбалансированного питания нормы потребления нутриентов несколько раз пересматривались. В настоящее время для макронутриентов (источников энергии) они снижены ввиду снижения энергетических потребностей человека, а для некоторых витаминов и минеральных веществ, например кальция, норма увеличена. В сторону увеличения пересмотрены потребности в незаменимых аминокислотах. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения представлены в приложениях 2–6.

В настоящее время в целях укрепления здоровья детского и взрослого населения, профилактики неинфекционных заболеваний, состояний, обусловленных недостатком микронутриентов, разработаны рекомендуемые нормы потребления пищевых продуктов согласно рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания, необходимым для активного и здорового образа жизни (табл. 7.2).

Данные рекомендации предназначены для формирования индивидуальных рационов питания. Путем несложным вычислений можно подсчитать, что согласно данным рекомендациям человек должен потреблять в день примерно 350 г овощей, 250 г фруктов, 200 г мяса и птицы, 50 г рыбы, 50 г творога и т. п. Потребление данного количества продуктов должно обеспечить оптимальную реализацию физиолого-биохимических процессов в организме человека.

Таблица 7.1. Средняя потребность взрослого человека в пищевых веществах (формула сбалансированного питания по А. А. Покровскому)

Пищевое вещество	Суточная потребность	Пищевое вещество	Суточная потребность
Вода, г	1750–2200	Минеральные вещества, мг:	
в том числе: питьевая (вода, чай, кофе и др.)	800–1000	кальций	800–1000
в супах	250–500	натрий	4000–6000
в продуктах питания	700	хлориды	5000–7000
Белки, г	80–100	железо	15
в том числе животные:	50	марганец	5–10
незаменимые аминокислоты, г		медь	2
триптофан	1	молибден	0,5
лейцин	4–6	фториды	0,5–1,0
изолейцин	3–4	Витамины и витаминоподобные:	
валин	4	С (аскорбиновая кислота)	70–100
треонин	2–3	В ₂ (рибофлавин)	2,0–2,5
лизин	3–5	РР (никотиновая кислота)	15–25
метионин	2–4	В ₁₂ (кобаламин)	0,005–0,08
фенилаланин	2–4	В ₁₅ (пангамовая кислота)	2,5
Заменимые аминокислоты, г:		А (различные формы)	1,5–2,5
гистидин	2	К (различные формы)	2
аргинин	6	холин	500–1000
цистеин	2–3	инозит	0,5–1,0
тирозин	3–4	фосфор	1000–1500
аланин	3	калий	2500–5000
серин	3	магний	300–500
глутаминовая кислота	16	цинк	10–15
аспарагиновая кислота	6	хром	2–2,5
пролин	5	кобальт	0,1–0,2
глицин	3	селен	0,5
Углеводы, г	400–500	иолиты	0,1
в том числе:	400–450	Соединения, мг:	
крахмал			
сахар	50–100	В ₁ (тиамин)	1,5–2,0
Органические кислоты (молочная лимонная и др.), г	2	В ₃ пантотеновая кислота)	5–10
Балластные вещества (клетчатка, пектин), г	25	В ₆ (пиридоксин)	2–3
Жиры, г	80–100	В ₉ (фолиевая кислота)	0,1–0,5
в том числе:	3–6	Р (рутин)	25
полиненасыщенные жирные кислоты			
растительные	20–25	Е (различные формы)	2–6
холестерин	0,3–0,6	биотин	0,15–0,3
фосфолипиды	5	липоевая кислота	0,5

Таблица 7.2. Рекомендуемые нормы потребления пищевых продуктов, отвечающие требованиям здорового питания (в кг в год на 1 человека)

Группы продуктов	Рекомендуемые объемы
Хлебобулочные и макаронные изделия в пересчете на муку:	
мука, крупы, бобовые, всего	95–105
в том числе мука пшеничная, обогащенная микронутриентами	30–40
Картофель	95–100
Овощи и бахчевые	120–140
Фрукты и ягоды	90–100
Мясо и мясопродукты, всего	70–75
в том числе:	
говядина	25
баранина	1
свинина	14
птица	30
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко, всего	320–340
в том числе обогащенные микронутриентами	70–100
из них:	
молоко, кефир, йогурт с жирностью 1,5–3,2 %	60
молоко, кефир, йогурт с жирностью 0,5–1,5 %	50
масло животное	4
творог жирный	9
творог с жирностью менее 9 %	9
сметана	4
сыр	6
Яйца	260 шт.
Рыба и рыбопродукты	18–22
Сахар	24–28
Масло растительное	10–12
Соль	2,5–3,5

Итак, в основе классической теории лежит представление о том, что питание служит поддержанию молекулярного состава организма на определенном физиологическом уровне или, точнее, в пределах определенного физиологического интервала. Теория сбалансированного рационального питания научно доказывает оптимальные величины потребления всех пищевых веществ, витаминов и минеральных солей в различные возрастные периоды человека. При этом учитываются

физическая нагрузка, климатические условия, индивидуальные особенности организма: конституция, возраст, пол, рост, вес, интенсивность процессов обмена веществ.

Важная роль отводится также регулярному приему пищи в одно и то же время и распределению потребления пищи в течение дня. Так при трехразовом питании на завтрак и обед должно приходиться более $2/3$ суточной энергетической ценности, на ужин — менее $1/3$. В детском, старческом возрасте, при некоторых заболеваниях количество приемов пищи увеличивается до 5–6. Для данной группы людей регулярный прием пищи особенно необходим. Фактическое распределение рациона взрослого населения часто не совпадает с рекомендуемым, зависит от трудовой деятельности, традиций, привычек и ряда других факторов и иногда является причиной ряда заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Во второй половине XX в. на основе изучения эволюции пищеварения и анализа экспериментальных и клинических данных, полученных многими поколениями ученых, А. М. Уголев предложил **теорию адекватного питания**.

Согласно этой теории:

- питание восполняет молекулярный состав и энергетические и пластические расходы организма;
- необходимыми компонентами пищи являются не только нутриенты, но и балластные вещества, являющиеся важными для жизнедеятельности микрофлоры кишечника и образования вторичных нутриентов;
- нормальное питание обусловлено не только потоком нутриентов из желудочно-кишечного тракта во внутреннюю среду организма, но и другими потоками веществ, имеющими жизненно важное значение;
- существует внутренняя взаимосвязь организма-хозяина и микрофлоры кишечника, с которой организм хозяина поддерживает сложные симбионтные отношения;
- баланс пищевых веществ в организме достигается в результате ферментативного расщепления пищи путем полостного и мембранного пищеварения, в ряде случаев — внутриклеточного, а также вследствие синтеза новых веществ бактериальной флорой кишечника, в том числе и незаменимых.

Теория адекватного питания не только связывает нормальное питание и ассимиляцию пищи с одним потоком нутриентов во внутрен-

ную среду организма (как это делает теория сбалансированного питания), но и принимает существование других основных жизненно важных потоков:

- первый поток регуляторных веществ (гормонов и гормоноподобных веществ) продуцируется эндокринными клетками желудочно-кишечного тракта, он оказывает существенное влияние на регулирование секреции пищеварительных желез и других процессов пищеварения;
- второй поток синтезируется микрофлорой кишечника и включает различные бактериальные метаболиты. С этим потоком во внутреннюю среду организма поступают вторичные нутриенты, основными из которых можно считать короткоцепочечные жирные кислоты и витамины;
- в третий поток входят токсические вещества из пищи и токсические метаболиты кишечной микрофлоры.

Отдельный поток состоит из веществ, поступающих из загрязненной пищи или загрязненной внешней среды, в том числе и ксенобиотики.

Таким образом, теория адекватного питания логически дополняет теорию рационального сбалансированного питания и полностью принимает основной постулат классической теории рационального питания: поступление и распад в организме пищевых веществ должны быть сбалансированы. Теория адекватного питания привносит в теорию рационального сбалансированного питания физиологические закономерности пищеварения, которые указывают не только на факторы получения необходимых компонентов из пищи, но и доказывает, что в процессе пищеварения образуются новые компоненты.

Концепция оптимального питания не является самостоятельной теорией в строгом смысле этого слова. Она является производной от концепции сбалансированного питания, переводя рекомендуемые нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах с групповых значений в индивидуальные величины. Ее авторы В. А. Тутельян и М. Н. Волгарев подчеркивают, что в основе современных представлений о здоровом питании должна лежать концепция оптимального питания, предусматривающая необходимость и обязательность полного обеспечения потребностей организма не только в энергии, эссенциальных макро- и микронутриентах, но и в целом ряде необходимых минорных непищевых биологически активных компонентов пищи.

Концепция **функционального (позитивного) питания** предложена в 1998 г. японскими авторами. В отличие от рационального питания, под функциональным питанием подразумевается систематическое употребление пищевых продуктов, содержащих физиологически функциональные компоненты, которые оказывают определенное регулирующее действие на организм в целом или на его определенные системы и органы.

В соответствии с данной концепцией в различных странах получили широкое распространение так называемые функциональные продукты (сокращенное от «физиологически функциональные пищевые продукты»). Потребительские свойства этих продуктов включают три составляющие: пищевую ценность, вкусовые качества и положительное физиологическое воздействие.

С современных позиций под термином «функциональные пищевые продукты» понимают такие продукты питания, которые предназначены для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения с целью снижения риска развития заболеваний, связанных с питанием, сохранения и улучшения здоровья за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

В категорию функциональных пищевых продуктов могут быть включены:

- продукты питания, естественно содержащие требуемые количества функционального ингредиента или их группы;
- натуральные продукты, дополнительно обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом или их группой;
- 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 физиологическую активность или эта активность усиливается;
- натуральные пищевые продукты, в которых в результате тех или иных модификаций биоусвояемость входящих в них функциональных ингредиентов увеличивается;
- натуральные или искусственные продукты, которые в результате применения комбинации вышеуказанных технологических приемов приобретают способность сохранять и улучшать фи-

зическое и психическое здоровье человека и/или снижать риск возникновения заболеваний.

Суммарное количество поступающих в организм биоусвояемых в пищеварительном тракте функциональных нутриентов не должно превышать суточные физиологические потребности, поскольку их избыток может сопровождаться возникновением нежелательных побочных эффектов. Содержание биоусвояемого функционального ингредиента в функциональном продукте должно находиться в пределах 15–50 % от средней суточной потребности в нем.

Первоначально основными категориями физиологически функциональных ингредиентов, предложенными японскими исследователями для производства функциональных пищевых продуктов, были молочнокислые бактерии и бифидобактерии, олигосахариды, пищевые волокна и омега-3 жирные кислоты. В последующем этот перечень значительно расширился и сейчас дополнительно включает витамины-антиоксиданты, макро- и микроэлементы, изопrenoиды, фосфолипиды и др. Основными метаболическими эффектами действия функциональных ингредиентов являются метаболизм питательных веществ, устойчивость организма к онкологическим патологиям, антиоксидантное действие и др. (см. приложение 10).

Российская **концепция индивидуального функционального питания «Здоровое питание — здоровье нации»** сформулирована в 2001 г. Она соответствует традиционным научным концепциям в поддержании здоровья, работоспособности, активного долголетия важнейшая роль принадлежит полноценному и регулярному снабжению организма человека необходимыми пищевыми веществами: белками, пищевыми волокнами, витаминами, микроэлементами и другими веществами. Также согласно концепции «Здоровое питание — здоровье нации» питание должно удовлетворять не только физиологические потребности организма в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные задачи. При этом должны учитываться конкретные условия проживания человека, в частности экологическое состояние окружающей среды, а также аспекты, влияющие на качество жизнедеятельности человека: уровень иммунной защиты и неспецифической резистентности; наличие (или отсутствие) хронических заболеваний, дефектов развития; способность конкретного организма выводить метаболиты; уровень и гармоничность физического развития. В рамках данной концепции питание рассматривается как системный фактор обеспечения жизнедеятельности, влияющий и на физическое, и на психическое состояние человека.

Концепция персонального питания — новое развивающееся направление в питании, связанное с наукой нутригеномикой, одной из целей которой является разработка рациональных способов оптимизации индивидуального питания для предотвращения болезней и улучшения состояния здоровья людей.

В начале XXI в. на основе глубокого изучения молекулярных механизмов развития многих заболеваний, были выявлены пищевые вещества, влияющие на экспрессию генов, (табл. 7.3), и показана возможность нормализации состояния здоровья с помощью нутриентов с учетом индивидуальных генетических и физиологических особенностей каждого конкретного человека.

Таблица 7.3. Некоторые примеры пищевых ингредиентов, участвующих в поддержании стабильности нуклеиновых кислот и регуляции экспрессии генов

Место приложения	Примеры нутриентов-регуляторов
Стабильность ДНК и РНК	Жирные кислоты, селен, железо, кальций, витамины А, Е, фолаты, никотиновая кислота, рибофлавин, пантотенат, биотин
Экспрессия генов	
Транскрипция генов	Омега-3 и омега-6 ПНЖК, холестерин, витамин D, фолиевая кислота, витамин B12, цинк
Процессинг иРНК и мРНК	Жирные кислоты, глюкоза, биотин, цинк
Трансляция мРНК	Аминокислоты, железо, цинк, РНК
Посттрансляционная модификация (расщепление протеазами, метилирование и т. д.)	Некоторые ферменты (такие, например, как серпины, сиртуины), витамины, минералы, РНК

В основе концепции персонального питания лежат следующие положения:

- все представители *homo sapiens* на генетическом уровне чрезвычайно индивидуальны;
- многие нутриенты проявляют свои молекулярные эффекты, воздействуя на организм на генетическом уровне;
- метаболизм нуклеиновых кислот (включая репарацию возникающих в них нарушений) зависит от пищевых ингредиентов, способных выступать в этих генетических процессах в качестве кофакторов или субстратов;
- умеренный дефицит или избыток потребления отдельных микронутриентов может нарушать стабильность метагенома, структуру

ДНК и РНК и/или процессы транскрипции, трансляции и других процессов экспрессии генов;

- уровень подобных нарушений может быть равным влиянию известных химических мутагенов и радиации.

Формирование персонального питания конкретного человека должно производиться на основе генного тестирования различных метаболических процессов — детоксикации, оксидативного стресса, метаболизма липидов, витамина В, фолиевой кислоты, кальция, инсулинового статуса.

7.2. НЕТРАДИЦИОННЫЕ ВИДЫ ПИТАНИЯ

В последние десятилетия широко пропагандируются нетрадиционные теории питания, которые отличаются от принятых в современной науке традиционных научных представлений. Нетрадиционное питание называется также альтернативным, что означает возможность выбора между тем или иным видом нетрадиционного питания и рекомендациями науки о питании.

К основным видам нетрадиционного питания относят вегетарианство, сыроедение, макробиотику, питание по группе крови и др.

7.2.1. Вегетарианство

Вегетарианство (от лат. *vegetarius* — растительный) относится к наиболее древним альтернативным теориям питания. Различают:

- строгое вегетарианство, или веганство — питание только растительной пищей;
- лакто-вегетарианство — питание молочно-растительной пищей;
- ово-вегетарианство — питание яично-растительной пищей;
- лакто-ово-вегетарианство — питание молочно-яично-растительной пищей.

Сторонники вегетарианства в своих работах ссылаются на выдающиеся умы человечества, питавшихся преимущественно растительной пищей, считая, что отказ от продуктов животного происхождения положительно влияет на деятельность мозга и интеллект. Вегетарианцами были Пифагор, Эпикур, Платон, Плутарх, Сенека, Вольтер, Руссо, Адам Смит, Байрон, Леонардо да Винчи, Бернард Шоу, Лев Толстой, Эйнштейн и многие др.

Согласно представлениям вегетарианцев, потребление животной пищи противоречит строению и функциям пищеварительных органов человека, способствует образованию в организме токсичных веществ, отравляющих клетки, засоряющих организм шлаками и вызывающих хронические отравления.

Одной из причин вегетарианства являются религиозные убеждения. В ряде религий — буддизме, индуизме, джайнизме, у адвентистов седьмого дня принято употреблять растительную пищу. Например, в Индии более 40 % населения — вегетарианцы.

Согласно утверждению некоторых организаций, например Американской ассоциации диетологов, правильно спланированная вегетарианская диета, включая веганскую, является полноценной и может приносить пользу в профилактике и лечении некоторых заболеваний. Некоторые исследователи отмечают, что у вегетарианцев реже наблюдаются поражения сердечно-сосудистой системы, снижен уровень холестерина в крови, меньше частота гипертонической болезни, реже отмечаются опухолевые заболевания и др. Вегетарианская диета способствует снижению риска заболеваний диабетом 2-го типа.

Однако большинство исследователей полагают, что при строгом вегетарианстве организм получает недостаточное количество витамина В₁₂, встречающегося только в продуктах животного происхождения, витамина D и кальция. Железо, содержащееся в растительной пище, имеет более низкую биодоступность по сравнению с железом из мясопродуктов, его поглощение затруднено наличием ряда пищевых компонентов, например фитатов, поэтому у вегетарианцев возможен также дефицит железа.

В ряде стран продукты, содержащие только вегетарианские компоненты, в том числе исключаящие желатин и сычужный фермент, маркируют специальной этикеткой.

7.2.2. Сыроедение

Сыроедение в основном исключает термическую обработку пищи, объясняя это сохранением пищевой ценности продуктов и более эффективным воздействием ее на организм человека. Кроме сырых овощей и фруктов, к данной диете относятся продукты, требующие минимального количества тепла (до 40 °С), например сухофрукты, сушеное мясо и рыба.

В основе обоснований сыроедения приверженцами этой диеты как постоянной нормы питания лежит мнение, что в пищевой цепочке че-

ловека не могла фигурировать поджаренная и приготовленная пища (естественным образом отсутствующая в дикой природе), а также мясо животных, молоко другого биологического вида и тому подобное, и поэтому именно сырая пища является наиболее биологически естественной.

По составу рациона традиционное сыроедение ближе всего к веганской системе питания. Однако индивидуальные предпочтения различных представителей сыроедения варьируют и в некоторых случаях сильно отличаются друг от друга. Объединяет их только отказ от приготовления пищи путем тепловой обработки.

При всеядном сыроедении допускается добавление в рацион любых видов пищи, в том числе мяса, рыбы, морепродуктов, молока, яиц (все только в сыром, вяленом или маринованном виде). Некоторые всеядные сыроеды добавляют в свой рацион термически обработанные продукты животного происхождения (рыбу, мясо, морепродукты и т. д.) из-за риска поступления в организм возбудителей болезней.

В вегетарианском сыроедении полностью исключаются мясо и рыба, но допускаются к употреблению сырые яйца и/или молоко, иногда молочные продукты.

Веганское сыроедение — наиболее распространенный тип сыроедения, исключающий любые продукты животного происхождения и допускающий употребление исключительно сырой растительной пищи.

Фрукторианство — питание только сырыми фруктами и ягодами. От сыроедения отличается отсутствием овощей, не являющихся плодами (морковь, картофель, свекла, редис), и круп.

Однако не все пищевые продукты, по многим причинам, можно употреблять в сыром виде. Рис, картофель, бобовые, грибы лучше перевариваются после тепловой обработки. Без тепловой обработки возможно попадание в организм бактерий и паразитов, что может привести к пищевым отравлениям и заболеваниям желудочно-кишечного тракта.

Веганское сыроедение может привести к недостаточности питания, особенно нехватке витамина В₁₂ и кальция. Длительное применение строгого сыроедения не подходит в качестве постоянного питания.

7.2.3. Раздельное питание

Раздельное питание строго регламентирует совместимость и несовместимость пищевых продуктов. Система раздельного питания получила известность благодаря американскому натуропату Герберту Шелтону и, в меньшей степени, врачу Говарду Хею.

Авторы объясняют это особенностями пищеварения в желудке, ссылаясь на данные, полученные И. П. Павловым, о связи между составом потребляемого пищевого продукта и составом секретируемых при этом пищеварительных соков. Основной постулат системы раздельного питания состоит в том, что при поступлении пищи одного вида ферменты, расщепляющие ее, работают наиболее эффективно, что облегчает процесс пищеварения и дальнейшего метаболизма питательных веществ. Согласно этой концепции нельзя одновременно потреблять белок и углеводосодержащую пищу, белок и жиры, совместно различные белковые продукты (например, мясо и яйца), крахмалсодержащие продукты и сахар и т. д. При употреблении традиционной смешанной пищи активность пищеварительных ферментов снижается и процессы переваривания нарушаются, что вызывает брожение или гниение пищи, интоксикацию организма, повышенное газообразование, обменные нарушения. Также Шелтон учитывал три периода естественного цикла организма, при этом приему пищи отводилось время в период с 12 до 20 часов.

В настоящее время данная теория считается не имеющей научного обоснования. Действительно, в свое время И. П. Павлов показал различную активность ферментов при употреблении мяса, хлеба, молока, в дальнейшем это также было подтверждено многими исследователями. Но И. П. Павлов не ставил вопрос об изучении раздельного питания, об излишнем износе пищеварительной системы в результате потребления пищи, содержащей разные продукты. Поэтому данные И. П. Павлова не могут служить базисом для концепции Г. Шелтона. Пищеварительная система человека устроена таким образом, чтобы переваривать смешанную пищу, а не отдельные ее виды по очереди. Независимо от состава пищи в пищеварительный тракт секретируются эндогенные белки организма, которые являются такими же источниками аминокислот, как и белковые компоненты пищи. Кроме того, разделение продуктов по компонентному составу не всегда представляется возможным, так как они часто содержат одновременно несколько питательных веществ. Однако концепция раздельного питания может быть целесообразной для людей с повышенным весом, так как ограничивает количество потребляемых продуктов.

Автор не принимает во внимание другие стороны физиологии и биохимии пищеварения. Известно, что процесс пищеварения происходит не только в желудке, но и в кишечнике, где ферменты пищеварительных соков обеспечивают переваривание многокомпонентной пищи. Что касается так называемых неблагоприятных сочетаний, то их воздействие сильно преувеличивается. Не в пользу концепции раз-

дельного приема пищи свидетельствует многовековой опыт кухни народов мира, сочетающий принцип разнообразия питания с разумным потреблением пищевых продуктов.

7.2.4. Концепция макробиотики

В основу современной макробиотики положена система восточной философии, основанной на принципах равновесия Инь и Янь. Слово происходит от греческого «макрос», что означает большой, и «биос» — жизнь. Создатель данной теории — японский философ Джордж Осава, но понятие «макробиотика» упоминалось еще в трудах Гиппократов.

На Западе макробиотика стала распространяться в середине 60-х гг. XX в. Сейчас в разных странах мира работают более 1000 макробиотических центров.

Все продукты питания в макробиотической диете делятся на:

- инь-продукты, которые имеют кислую реакцию — сахар, овощи, фрукты, молоко;
- янь-продукты, имеющие щелочную реакцию — мясо, сыры, яйца, рыба.

Употребляя в пищу соответственно инь- или янь-продукт, можно регулировать кислотно-основное равновесие в организме. Предпочтение отдается блюдам из цельного зерна и овощей, выросших в месте проживания и не подвергавшихся промышленной переработке, в соответствии с сезонами года. Также употребляется рыба, морские водоросли, различные растительные приправы, продукты ферментации бобовых, орехи и семечки, фрукты.

В зависимости от соотношения вышеперечисленных продуктов питания в макробиотике выделяются десять режимов (табл. 7.4), из которых можно выбрать как набор продуктов для обычной, «среднестатистической» жизни, так и для полного вегетарианства.

Таблица 7.4. Состав ингредиентов в суточном рационе макробиотической диеты

Диета №	Злаки, %	Овощи, %	Супы, %	Мясо, птица, %	Салаты, фрукты, %	Десерты, %
3а	10	30	10	30	15	5
2а	20	30	10	25	10	5
1а	30	30	10	20	10	—
1	40	30	10	20	—	—

2	50	30	10	10	—	—
3	60	30	10	—	—	—
4	70	20	10	—	—	—
5	80	20	—	—	—	—
6	90	10	—	—	—	—
7	100	—	—	—	—	—

Макробиотика не может покрыть всех физиологических потребностей организма, особенно у детей, людей с интенсивными физическими нагрузками или страдающих целым рядом хронических заболеваний. По сравнению с традиционным питанием макробиотика характеризуется очень высоким содержанием клетчатки (20 % против 2 %), что может вызвать дисбаланс минеральных веществ в организме, особенно нехватку кальция. Проведенные исследования показали, что у строгих последователей учения макробиотики отмечаются случаи цинги, рахита, железодефицитной анемии.

7.2.5. Концепция «живой энергии»

Одним из пропагандистов этой теории являлась Г. С. Шаталова (1916–2011). Автор считала, что человеку достаточно потреблять всего 800–1200 ккал, в основном за счет изюма, орехов, меда и риса. Недостаток калорий в организме должна восполнять энергия солнца, которая аккумулирована в растениях, а потребности в азоте человек может удовлетворять за счет азота воздуха. Большое значение в данной системе питания Г. Шаталова уделяла ферментам пищевых продуктов, которые способны к перевариванию основных веществ методом аутолиза. Поэтому в процессе приготовления пищи и ее хранения предусматривалась минимальная обработка продуктов для сохранения активности ферментов и механизма самопереваривания продуктов питания, а также для сохранения энергетики продукта.

По мнению исследователей, концепция «живой энергии» противоречит общеизвестным научным данным и может нанести вред здоровью людей. Следует учитывать и то, что одновременно с низкокалорийной диетой Шаталова применяла комплекс дыхательных упражнений, основанных на снижении потребления кислорода организмом. Данная дыхательная гимнастика может действительно уменьшить величину основного обмена и снизить необходимую калорийность рациона, но такое состояние достигается путем длительных психологических и физических тренировок и не может быть рекомендовано каждому.

7.2.6. Лечебное голодание

Лечебное голодание (разгрузочно-диетологическая терапия) — воздержание от пищи в течение определенного периода времени. Период голодания может быть кратковременным (1–2 суток), средней продолжительности (3–7 суток) и длительным (от 8 до 40 и более суток). Лечебное голодание может быть абсолютным («сухое» голодание), т. е. с воздержанием от приема пищи и воды, или полным («влажное» голодание) — с воздержанием от приема пищи с неограниченным употреблением воды. Комбинированное голодание включает одновременное применение «сухого» и «влажного» вариантов.

Благотворный эффект периодического голодания был хорошо известен врачам и философам еще в древности. В настоящее время лечебное голодание различной продолжительности применяют во многих клиниках разных стран.

В основе этой системы лежит мобилизация защитных сил организма, заставляющая включать резервные силы и способствовать очищению организма от конечных продуктов обмена. Данный метод используется для лечения многих сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных, аллергических заболеваний, при ожирении, заболеваниях органов дыхания, суставов и др. Курс лечебного голодания — серьезная нагрузка на организм, и вопрос о применении лечебного голодания должен решать врач с соответствующей квалификацией. Следует подчеркнуть, что не менее важным является выход из голодания, период которого составляет не менее 2/3 периода голодания.

7.2.7. Питание по группам крови

Питание по группам крови, автором которой является Питер Д'Адамо, основано на том, что у каждого человека должен быть свой тип питания, связанный с эволюцией населения земли.

Люди с первой — древней — группой крови (0) принадлежат к типу охотников, соответственно, им необходимо есть в большей степени мясные продукты. Те, у кого 2-я группа крови (A), принадлежат к земледельцам и должны придерживаться вегетарианской диеты. Люди с этими группами крови не должны употреблять молочные продукты. Люди с третьей группой крови (B) отнесены к кочевникам и, соответственно, в их рационе должно быть молоко, при этом исключаются зерновые культуры. Владельцам четвертой группы крови (AB), разрешено питаться определенными продуктами различных типов, напри-

мер, есть баранину, но не употреблять свинину и говядину, можно есть ананас и лимон, но нельзя банан и апельсин.

Теория Д'Адамо основана на идее, что каждая группа крови имеет свой уникальный маркер антигена (вещества, которое организм распознает как чужеродное), этот маркер реагирует с определенными продуктами, что приводит к различным заболеваниям. Некоторые пищевые продукты содержат лектины, которые могут приводить к слипанию эритроцитов определенных групп крови и насыщать организм токсинами. Кроме того, доктор Д'Адамо считает, что уровень кислотности желудка и активность пищеварительных ферментов связаны также с конкретной группой крови. Таким образом, по мнению автора, с диетой, разработанной специально для конкретной группы крови, организм переваривает и поглощает пищу более эффективно.

Большинство людей в Европе имеют группы крови, исключаяющие потребление молочных продуктов, являющихся основным поставщиком кальция, что связано с большими рисками развития остеопороза. Наоборот, в Азии группа В является самой многочисленной, и соответственно люди должны питаться молочными продуктами, однако известно, что именно в этом регионе более всего встречается непереносимость лактозы.

Большинство диетологов считают, что данная теория не подтверждена серьезными научными доказательствами. Лектины пищевых продуктов действительно могут приводить к слипанию эритроцитов (агглютинации), но токсичность большинства лектинов резко снижается под действием тепловой обработки. Процент обладателей одной группы крови, которые проявляют сродство к определенным продуктам, очень невелик и не дает оснований для конкретных выводов.

7.2.8. Концепция «мнимых» лекарств

Сторонники этой концепции находят в отдельных продуктах особые целебные свойства. На этом основании данный продукт необоснованно превозносится, и рекламируется его использование при всех заболеваниях без исключения и для всех людей (например, увлечение проросшими семенами, перепелиными яйцами и т. д.). Человеческий организм слишком сложен, и вряд ли можно существенно повлиять на согласованную деятельность его органов и систем каким-либо одним продуктом или веществом, даже если оно содержит в себе весьма полезные свойства.

Контрольные вопросы

1. Опишите теорию питания Покровского.
2. Каковы основные положения теории питания Уголева?
3. Какие продукты питания можно отнести к функциональным?
4. Перечислите основные метаболические эффекты функциональных компонентов пищи.
5. Опишите различные течения в вегетарианстве.
6. Какие нарушения в организме могут возникнуть при сыроедении?
7. Какую теорию питания предложил Шелтон?
8. Перечислите основные продукты в макробиотике.
9. Почему концепция «живой энергии» не подходит большинству людей?
10. Почему теорию питания по группе крови нельзя считать научной?



ГЛАВА 8



ПИТАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

8.1. ПИТАНИЕ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Питание является основным фактором, определяющим рост и нормальное развитие ребенка. Правильное питание в первые годы жизни формирует состояние здоровья, психомоторного и интеллектуального развития, устойчивость младенца к действию инфекций и других неблагоприятных внешних факторов.

8.1.1. Питание в первые месяцы жизни (грудное вскармливание)

Характер вскармливания на первом году жизни в значительной степени определяет состояние здоровья ребенка не только в раннем возрасте, но и в последующие периоды его жизни, уменьшая риск развития целого ряда заболеваний, таких как аллергические болезни, ожирение, метаболический синдром, остеопороз и некоторые другие.

Грудное вскармливание остается идеальной формой для кормления в младенческом возрасте. Компонентный состав белков и жиров молока матери оптимально подходит для удовлетворения быстрого роста и развития в первые 4–6 месяцев, а наличие антибактериальных и антиинфекционных агентов, в том числе иммуноглобулинов, играет важную роль в повышении иммунитета.

Женское молоко полностью соответствует особенностям метаболизма ребенка и на ранних этапах оказывает положительное влияние на рост, развитие, иммунологическую резистентность, интеллектуальный потенциал, поведенческие и психические реакции, обучаемость детей.

Все нутриенты женского молока легко усваиваются, поскольку их состав и соотношение соответствуют функциональным возможностям желудочно-кишечного тракта грудного ребенка, а также благодаря наличию в женском молоке ферментов (амилазы, липазы, фосфатазы, протеаз и др.) и транспортных белков.

Грудное молоко является источником гормонов и различных факторов роста (эпидермального, инсулиноподобного и др.), которые играют важнейшую роль в регуляции аппетита, метаболизма, роста и дифференцировки тканей и органов ребенка.

За счет присутствия антител, иммунных комплексов, лизоцима, секреторного иммуноглобулина А и других биологически активных веществ грудное молоко повышает защитные функции детского организма.

Молоко можно рассматривать как синбиотический продукт, так как в молоке содержатся пребиотики (олигосахариды) и пробиотики, недавно обнаруженные в молоке.

Бифидогенным фактором, способствующим росту полезной микрофлоры, служит также низкое содержание фосфора и белка в материнском молоке. В связи с этим дети, находящиеся на естественном вскармливании, значительно реже болеют острыми инфекционными заболеваниями.

Протективные свойства женского молока не ограничиваются только противоинфекционной защитой. Грудное вскармливание снижает риск развития в последующие годы таких заболеваний, как атеросклероз, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, ожирение, лейкозы и др. У детей на грудном вскармливании реже регистрируются случаи внезапной смерти. Естественное вскармливание оказывает благоприятное влияние на развитие центральной нервной системы ребенка и его психоэмоциональный статус.

По некоторым данным, у детей, получавших грудное вскармливание, выше коэффициент интеллектуального развития, что, возможно, отчасти связано и с наличием в грудном молоке длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот, селена и других микронутриентов, необходимых для развития клеток головного мозга и сетчатки. В крови детей, находящихся на грудном вскармливании, количество полиненасыщенных жирных кислот с длинной цепью достоверно выше, по сравнению с детьми, получающими искусственное вскармливание.

8.1.2. Значение питания в детском и подростковом возрасте

Значение питания в детском и подростковом возрасте обусловлено основными факторами, характерными для детского организма: преобладание процессов ассимиляции (синтеза и создание тканей) над диссимиляцией, формирование скелета, увеличение мышечной ткани, приобретение и совершенствование функций, связанных с половыми различиями и созреванием органов и систем.

В процессе роста детского организма происходит постоянное увеличение массы и длины тела. К первому году жизни вес увеличивается в 3 раза по сравнению с весом при рождении, после двухлетнего возраста идет постепенное увеличение веса от 2 до 6 кг в год.

В подростковом возрасте наблюдается гормональная перестройка организма с началом полового созревания, происходит увеличение функциональной нагрузки на все органы и системы и, прежде всего, на центральную нервную систему, сердечно-сосудистую. Рост в подростковом возрасте сопровождается повышением доли жира для девочек и увеличением мышечной массы и объема крови у мальчиков.

В связи с этими особенностями для питания детей и подростков необходим тщательный отбор продуктов, их правильное сочетание для покрытия высоких энерготрат и потребностей в пластическом материале для роста и развития детского организма.

Рекомендации по питанию детей предусматривают дифференциацию потребления основных пищевых веществ и энергии в зависимости от возраста, а начиная с 11 лет — от пола (см. приложение 5).

Энергетическая ценность. В связи с высокой интенсивностью обменных процессов и активного роста тканей у детей повышен основной обмен, который в возрасте от 1 мес. до 7 лет составляет 48–60 ккал на кг массы тела, что в 2–2,5 раза выше по сравнению со взрослыми. Также в детском возрасте значительно повышены энерготраты ввиду активной мышечной деятельности.

Суточная потребность детей в энергии в расчете на кг массы тела наибольшая в грудном возрасте. По различным данным этот показатель составляет 100–115 ккал/кг. По мере взросления значения уменьшаются до 44–50 ккал (по данным ВОЗ) в период совершеннолетия. Рекомендуемые величины потребления энергии в этот период составляют в нашей стране 2500 ккал для девушек и 2900 ккал для юношей, в США — в зависимости от уровня физической активности для девушек — 1800–2400, для юношей — 2000–3200.

Таблица 8.1. Рекомендуемые величины потребления энергии (ВОЗ, 2007) (ккал/кг массы тела)

Возраст, лет	Мальчики	Девочки	Возраст, лет	Мальчики	Девочки
1–2	82,4	80,1	10–11	64,6	57,8
2–3	83,6	80,6	11–12	62,4	54,8
3–4	79,7	76,5	12–13	60,2	52,0
4–5	76,8	73,9	13–14	57,9	49,3
5–6	74,5	71,5	14–15	55,7	47,0
6–7	72,5	69,3	15–16	53,4	45,3
7–8	70,5	66,7	16–17	51,6	44,4
8–9	68,5	63,8	17–18	50,3	44,1
9–10	66,6	60,8			

Калорийность рациона для девочек несколько ниже на протяжении всего периода развития, но наибольшие различия наблюдаются, начиная с 11-летнего возраста.

В питании детей соотношение белков, жиров и углеводов (г) в младшем возрасте должно быть равно 1 : 1 : 3, а в старшем возрасте 1 : 1 : 4.

Белки. В детском возрасте потребность в белке повышена в связи с включением аминокислот в состав мышечной ткани и различных органов и систем организма. При этом потребность в белке в расчете на кг массы тела тем больше, чем меньше возраст детей. Общая потребность в белке по рекомендуемым нормам потребления в возрасте до 1 года составляет 2,2–2,9 г на кг массы тела, затем снижается до величины 1,3 г/кг. Необходимо отметить, что рекомендуемая величина потребления белков в нашей стране гораздо выше по сравнению с нормами ВОЗ и нормами, принятыми в других странах, как в расчете на кг массы тела, так и величин суточного потребления белка в различном возрасте (табл. 8.2).

Белки необходимы в основном для роста и развития. Удельный вес животных белков для детей первого года равен 80–100 % (за счет белка материнского молока), затем постепенно снижается и в возрасте от 1 до 6 лет составляет 65–70 %, а с 7 лет — не менее 60 % от общего количества белка в сутки. Потребление белка с грудным молоком в первые 6 месяцев жизни ребенка рассматривается как обеспечение оптимального удовлетворения в белковых веществах.

Молочный белок и в дальнейшем в наибольшей степени соответствует потребностям детского организма, поэтому молоко и молочные продукты следует рассматривать как обязательный продукт в детском питании. Для детей дошкольного возраста рекомендуется 390–450 мл молока и кисломолочных продуктов, 30–40 г творожных изделий или

Таблица 8.2. Рекомендуемые величины потребления белка для детей в России, США и ВОЗ

Возраст	Россия, 2008, г.	ВОЗ, 2007		США, 2010, г.
		г/кг массы тела	г	
1–2	36	0,97	10,8–11,9	13
2–3 года	42	0,90	11,4–13,1	13
3–6 лет	54	0,87	12,7–17,1	19
7–10	63	0,92	26,2–28,5	—
11–14 лет девочки	69	0,89	41,0	34
11–14 лет мальчики	75	0,9	46,1	34
14–18 лет девушки	75	0,84	47,4	46
14–18 лет юноши	87	0,87	56,4	52

творога, 4–6 г сыра, для школьников — 450–480 мл молока и кисломолочных продуктов, 50–60 г творога в сутки, 10–12 г сыра.

Жиры. Вместе с жирами ребенок получает жирорастворимые витамины А, D, Е, которые обеспечивают нормальный рост, необходимый уровень обмена веществ, укрепляют здоровье детей. С жирами поступают такие биологически важные вещества, как фосфатиды, способствующие лучшему обмену жиров и обладающие липотропным действием. В первый год жизни количество жира в рационе удовлетворяет 30–40 % калорийности, в дальнейшем этот показатель снижается до 25–35 %.

Недостаток жира в детском питании ослабляет пластические процессы и иммунитет. Отрицательно влияет на детский организм избыток жиров: нарушается обмен веществ, ухудшается усвоение белка, отмечается расстройство пищеварения, нарастает избыточная масса тела и формируется ожирение.

Для нормального роста необходимо в питании детей предусмотреть достаточное количество полиненасыщенных жирных кислот. Практическим источником их являются растительные масла, которые вводятся в рацион начиная с 1–1,5 лет в количестве 5–10 % от общего содержания жира. В детском питании должны применяться растительные масла (подсолнечное, кукурузное, оливковое и др.) в составе салатов, винегретов и др., а также для жарения, но без длительного и повторного нагревания. Из животных жиров лучшим для детей является сливочное коровье масло. Маргарин используется ограниченно в мучных кондитерских изделиях.

Углеводы в питании детей являются основным поставщиком энергии. Также как и для взрослых, за счет углеводов должно покрываться около 58 % общего количества энергии.

Кроме того, детям свойственна большая подвижность и, следовательно, значительный расход энергии. Однако количество легкоусвояемых сахаров не должно превышать 10 % калорийности суточного рациона. Предпочтение необходимо отдавать фруктам, ягодам, зерновым продуктам. Существенным источником легкоусвояемых углеводов также служат молочные продукты, содержащее сахар лактозу. Продукты с высоким содержанием сахара: печенье, торты, конфеты, некоторые фруктовые напитки, как правило, содержат много калорий, и мало других питательных веществ. Поэтому их количество не должно превышать рекомендуемых норм. Излишек легкоусвояемых углеводов отрицательно влияет на детский организм, так как приводит к кариесу зубов, избыточной массе тела, снижению иммунитета, усилению возбудимости центральной нервной системы, аллергическим заболеваниям и т. д.

Потребность в витаминах у детей в связи с процессами роста повышена в расчете на кг массы тела. Особое значение в подростковом питании имеют витамины, влияющие на рост, например витамин А, фолиевая кислота.

Минеральные вещества. Значение их в детском питании заключается в том, что они служат материалом для формирования скелета, мышечной и других тканей, входят в состав гормонов, нервной ткани, в том числе клеток головного мозга. Наибольшая роль в питании детей отводится кальцию, фосфору, железу.

Детский организм нуждается в повышенных количествах кальция, который участвует в формировании костной ткани. Максимальная потребность кальция в организме проявляется в подростковом возрасте. В этот период формируется до 45 % скелетной массы. Хотя наращивание массы и плотности костной ткани продолжается и в дальнейшем, именно усвоение кальция в период примерно 10–14 лет у девочек и 12–16 лет у мальчиков является предпосылкой для уменьшения риска остеопороза в пожилом возрасте. С учетом усвоения кальция на уровне 30–40 % рекомендуемые количества составляют 1200 мг в сутки, начиная с 11 летнего возраста, в США для подростков 9–13 лет рекомендуется 1300 мг в сутки. Основным поставщиком кальция должны быть молоко, йогурт и сыры. Для лучшего усвоения необходимо также потребление фосфора (в соотношении 1 : 1) и витамина D. Фосфор, также как и кальций, участвует в построении костной ткани, поэтому его рекомендуемое количество значительно выше по сравнению со взрослыми.

Поступление железа как основного элемента для построения гемоглобина крови важно в любом возрасте. Но особое значение потребления железа в достаточном количестве возникает в подростко-

вом периоде в связи с увеличением мышечной массы и объема крови, а следовательно, и количества эритроцитов. Именно в этот период железодефицитная анемия является одним из наиболее распространенных заболеваний, связанных с питанием. У юношей в подростковом возрасте идет интенсивное наращивание мышц, у девушек потребность в железе увеличивается с началом менструального цикла. Поэтому в подростковом возрасте необходимо увеличение потребления богатых железом продуктов, таких как постное мясо и рыба, а также фасоль, темно-зеленые овощи, орехи. Источником железа в раннем детском возрасте служат яичный желток, творог, овсяная каша, фруктовые соки. Железо, содержащееся в продуктах животного происхождения, гораздо лучше усваивается, чем железо из растительных продуктов, поэтому подростки, соблюдающие вегетарианскую диету, имеют повышенный риск развития железодефицитной анемии.

Режим питания является одним из условий рационального питания детей. Чем моложе ребенок, тем чаще он должен питаться. В дошкольном возрасте кратность приема пищи должна быть не менее 5 раз в течение дня, в школьном возрасте рекомендуется 4-5-разовое питание.

При 5-разовом питании рекомендуется: на завтрак — 20 %, 2-й завтрак — 5 %, обед — 35 %, полдник — 15 %, ужин — 20 % от суточного рациона.

При 6-разовом питании распределение суточного рациона должно быть следующим: 1-й завтрак — 20 %, 2-й завтрак — 5 %, обед 35 %, полдник — 15 %, ужин — 20 %, 2-й ужин — до 5 %.

При 4-разовом питании: завтрак — 25 %, обед — 35 %, полдник — 15 % ужин — 25 %.

Ввиду сниженных адаптационных возможностей пищеварительной системы: при приготовлении блюд должен соблюдаться принцип «щадящего питания», предусматривающий использование определенных способов приготовления блюд, таких как варка, приготовление на пару, тушение, запекание, и исключающий жарку блюд, а также продукты с раздражающими свойствами.

8.2. ПИТАНИЕ В ПОЖИЛОМ ВОЗРАСТЕ

Мужчины и женщины старше 60 лет относятся к пожилому поколению, которое подразделяется на две возрастные группы: лица престарелого возраста (60–74 лет) и лица старческого возраста — 75 лет и выше. Однако хронологический возраст не всегда коррелирует с биологическим возрастом человека. Интенсивность протекания процесса

старения зависит от различных причин: генетической предрасположенности, образа жизни, факторов окружающей среды, социально-психологических особенностей и многих других причин.

Известно множество теорий, пытающихся объяснить причины старения. Программная теория основывается на признании конечного количества клеточных делений, которое запрограммировано в клеточном аппарате. Теория накопления ошибок предполагает, что под воздействием факторов окружающей среды происходит повреждение молекул ДНК, что приводит к нарушению генетической программы биосинтеза макромолекул, в первую очередь белков. Согласно свободнорадикальной теории причиной возрастных изменений являются свободные радикалы, возникающие под действием канцерогенов — радиации, курения, чужеродных химических веществ и других факторов окружающей среды. В результате происходит повреждение всех компонентов клетки, включая генетический аппарат. В связи с этой теорией ведутся поиски веществ, задерживающих процессы старения (геропротекторов) среди антиоксидантов.

Несмотря на многочисленные попытки в экспериментах на животных показать геропротекторное действие отдельных факторов питания, убедительные и признанные результаты получены только при ограничении калорийности пищи. Ограничение калорийности пищи (на 40–50 %) на протяжении значительной части жизни увеличивает продолжительность жизни крыс, мышей, хомячков. Непосредственный перенос этих данных на человека пока затруднен и неприемлем из-за этических соображений.

Процесс старения сопровождается рядом морфологических и функциональных изменений в организме, которые влияют на процессы восприятия и усвоения пищи. У пожилых людей происходит изменение вкусовых ощущений и, как правило, снижение аппетита. Снижение вкуса и обоняния отражается на функции слюнных желез, желудочной секреции, функции поджелудочной железы, секреции инсулина. Проблемы с зубами и плохими зубными протезами изменяют набор продуктов питания. Снижение моторной функции кишечника связано с запорами и требует достаточного потребления пищевых волокон. Ощущение жажды уменьшается с возрастом, и поэтому у пожилых людей легко наступает обезвоживание.

Кроме того, у пожилых людей возникают типичные возрастные заболевания — сердечно-сосудистые, сосудов головного мозга, сахарный диабет второго типа, остеопороз, артрит и др. Питание в пожилом возрасте является основным фактором, поддерживающим нормальное физиологическое состояние и работоспособность. Установлено, что

путем изменений характера питания можно воздействовать на обмен веществ, приспособительные (адаптационные) и компенсаторные возможности организма и тем самым оказывать влияние на темп и направленность процессов старения. Правильно организованное питание позволяет продлить жизнь человека в среднем на 25–40 %.

При старении постепенно снижается интенсивность обменных процессов. Так, величина основного обмена за десятилетие в среднем уменьшается на 2,9 % для мужчин и на 2,0 % для женщин. Также снижается скорость утилизации глюкозы, уменьшается интенсивность белкового обмена, накопления липидов в тканях, активность ферментов биологического окисления в тканях печени и др.

Энергетическая потребность организма в старости уменьшается в результате снижения интенсивности обменных процессов и ограничения физической активности.

Заслуживают внимания рекомендации ВОЗ о постепенном снижении калорийности с возрастом (в общей сложности на 30 % — от 30 до 70 лет) со следующим распределением по десятилетиям: калорийность суточного рациона в 20–30-летнем возрасте принимается за 100 %; в возрасте 31–40 — до 97 %; в 41–50 — до 94 %; в 51–60 — до 86 %; в 61–70 — до 79 %; старше 70 лет — до 69 %. Стареющий организм особенно чувствителен к избыточному питанию, которое не только ведет к ожирению, но сильнее, чем в молодом возрасте, предрасполагает к атеросклерозу, сахарному диабету и другим заболеваниям.

Энергоценность питания должна ограничиваться, прежде всего, за счет продуктов, богатых углеводами: сахара, кондитерских и мучных изделий. Это необходимо еще и потому, что у пожилых людей ослабляется работа желез внутренней секреции, в том числе поджелудочной железы, выделяющей гормон инсулин, которому принадлежит главная роль в процессе усвоения углеводов в организме. Контролем энергетического соответствия питания потребностям организма является стабильность массы тела.

Для предотвращения истощения мышц потребность в белке у пожилых людей выше, чем в молодом возрасте. В процессе старения в организме снижается способность ассимилировать белки, в результате чего увеличиваются эндогенные потери белковых веществ. Согласно рекомендациям Института питания, количество белка в рационе остается на прежнем уровне с учетом уменьшения потребности в энергии, поэтому пожилые люди должны потреблять продукты с белками высокой биологической ценности — яйца, молочные продукты, нежирные сорта мяса, птицы и рыбы. Однако необходимо учитывать, что функция почек ухудшается с возрастом, а большее

количество белка в рационе связано с увеличением утилизации большего количества азотистых веществ и большей нагрузкой на почки. Таким образом, содержание белка в рационе рекомендуется около 12 % от общей калорийности.

Содержание жиров в пожилом возрасте, так же как для взрослых, должно соответствовать 30 % от энергетической ценности дневного рациона, для людей, ведущих активный образ жизни, допускается содержание жира до 35 %. При этом потребление насыщенных жиров должно быть сведено к минимуму и не превышать 8 % энергии.

Потребление углеводов должно составлять 55–60 % от общей калорийности рациона. В качестве источников углеводов предпочтительны продукты, богатые крахмалом. В рационе ограничивают легкоусвояемые углеводы, прежде всего сахар, сладкие блюда, кондитерские изделия. Пожилые люди могут страдать от запоров в связи уменьшением моторной функции кишечника. Поэтому рекомендуются продукты с высоким содержанием клетчатки: зерновые, фрукты и овощи.

Особое значение в минеральном обмене пожилых людей имеет кальций, который необходим для профилактики остеопороза, особенно часто встречающегося в старческом возрасте. Старение, как правило, связано с потерей костной ткани и общего кальция в организме. Особенно активно протекает данный процесс у женщин — в течение первых пяти лет периода постменопаузы теряется до 20 % кальция в кости, затем постепенно теряется еще столько же. Согласно нормам Института питания, количество кальция в рационе пожилых людей увеличивается на 20 % и составляет 1200 мг в сутки. Наилучшими источниками являются молочные продукты, нежирные сыры, некоторые овощи, например капуста брокколи.

Ранее считалось, что при старении отмечается дефицит железа в организме из-за уменьшения всасывания, что приводит к железодефицитным анемиям и заболеваниям. В настоящее время выяснено, что всасывание как гемового, так и негемового железа не изменяется с возрастом, поэтому потребление железа не должно увеличиваться по сравнению со взрослыми людьми.

Количество цинка, необходимого для поддержания иммунной системы, зависит от биодоступности, которая уменьшается в пожилом возрасте, и составляет от 15 до 50 %. Людям с низкой биодоступностью требуется 10 и 14 мг в сутки (соответственно для мужчин и женщин).

Недостаточное потребление витамина D может привести к потере костной массы и повысить риск остеопороза. Поэтому в нормах потребления для пожилых людей количество витамина D увеличено в полтора раза (с 10 до 15 мкг).

Пожилые люди иногда испытывают недостаток витамина B_{12} . В этом случае должны употребляться продукты, обогащенные витамином B_{12} , или препараты данного витамина.

Ощущение жажды уменьшается с возрастом, и поэтому у пожилых людей легко наступает обезвоживание. Количество необходимой жидкости, как правило, составляет 30 мл на кг массы тела. Для людей с небольшой массой тела количество выпитой жидкости должно составлять не менее 1500 мл.

Режим питания. В пожилом возрасте питание должно быть регулярным, исключаются длительные интервалы между приемами и обильный прием пищи. Такой режим наиболее рационален, так как он предупреждает перенапряжение пищеварительной системы, стимулирует отделение пищеварительных ферментов и улучшает усвоение пищи. Питание в старости должно быть 4–5-разовым. На ночь рекомендуется употребление кисломолочных продуктов и фруктов.

При 4-разовом питании пищевой рацион распределяется следующим образом: на 1-й завтрак — 25 %, на 2-й завтрак или полдник — 15 %, на обед — 35 % и на ужин — 25 % от суточной потребности.

Пятиразовый режим питания предусматривает следующее распределение суточного рациона: 1-й завтрак — 25 %, 2-й завтрак — 15 %, обед — 30 %, 1-й ужин — 20 %, 2-й ужин — 10 %.

8.3. ПИТАНИЕ ЖЕНЩИН ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ

Беременность — это сложный физиологический процесс, вызывающий перестройку функций и структуры органов и систем организма женщин.

Рациональное питание — одно из важных условий сохранения здоровья женщины, благоприятного течения беременности, нормального развития плода и новорожденного.

Питание и контроль веса во время беременности оказывает огромное влияние на развитие ребенка. Дефицит отдельных макро- и микронутриентов во внутриутробном периоде не только влияет на формирование плода, но и отрицательно сказывается на дальнейшем состоянии здоровья ребенка и является фактором риска развития целого ряда заболеваний в зрелом возрасте.

Неправильное питание в период беременности наряду с другими причинами может привести к выкидышу, преждевременным родам,

рождению ребенка с различными внутриутробными дефектами, отставанию в физическом и нервно-психическом развитии.

Для рационального питания беременных женщин важно удовлетворение физиологических потребностей беременной женщины и плода в основных пищевых веществах и энергии, необходимых для его оптимального роста и развития.

В первом триместре беременности, когда плод еще невелик, и женщина продолжает вести привычный образ жизни, потребности в основных пищевых веществах и энергии существенно не меняются и соответствуют рекомендуемым физиологическим нормам для женщин соответствующего возраста.

При беременности, в основном во второй и третий триместры, когда плод начинает активно расти, изменяется потребность в энергии. Возрастает интенсивность основного обмена (примерно на 10 %), что обусловлено повышенным потреблением кислорода и активностью плода. Необходимы затраты энергии на рост плаценты и других тканей женщины, а также на рост и развитие плода. Однако необходимо учитывать, что энергетические затраты на физическую активность, особенно в последний триместр беременности, снижаются. Таким образом, увеличение потребности в энергии в благополучных условиях жизни не слишком велико. Для беременных женщин в рекомендуемых нормах потребления энергии во всех странах принята дополнительная величина потребности в энергии. В нашей стране она составляет 350 ккал, в других странах от 200 до 450 ккал в сутки (табл. 8.3). Однако необходимо понимать, что в условиях малоподвижного образа жизни указанное потребление энергии может быть избыточным и, соответственно, может привести к ожирению. Поэтому адекватным показателем удовлетворения потребности в энергии должен служить нормальный прирост массы тела во время беременности. Обычно увеличение массы тела во второй половине беременности не должно превышать 250–400 г в неделю.

Потребность в белке в первые месяцы беременности составляет 1,2–1,5 г/кг, а во второй половине доходит уже до 2 г/кг, что в пересчете на средний суточный рацион составляет 110–130 г (из них до 60 % — за счет полноценных животных белков).

Источниками белков животного происхождения должны быть молоко, кисломолочные напитки, полужирный и нежирный творог, малосоленые сыры, яйца, рыба, нежирные сорта мяса и мясопродуктов, орехи, бобовые (горох, фасоль, нут, маш и др.).

Следует использовать мясо молодых животных, лучше в отварном виде. В последний триместр беременности желательно исключить бу-

Таблица 8.3. Дополнительное потребление пищевых веществ и энергии во время беременности в разных странах

Пищевые вещества	Россия (2-я половина)	США	Германия
Энергия	350	200 ккал в 3-м триместре	255 ккал с 4-го месяца
Белки	30 г	6 г	1,3 г на кг массы (всего)
Жиры	12 г	0	0
Углеводы	30 г	0	0
Тиамин В ₁	0,2 мг	0,3 мг	0,2 мг
Рибофлавин В ₂	0,2 мг	0,3 мг	0,3 мг
Ниацин	3 мг	0	2 мг
Фолаты	200 мкг	200 мкг	200 мкг
Витамин С	10 мг	10 мг	10 мг
Витамин В ₁₂	0,5 мг		0,5 мг
Витамин В ₆	0,3 мг	0,6 мг	0,7 мг
Витамин А	100	0	0,3 мг
Витамин D	2,5 мкг	10 мкг	0
Витамин Е	2 мг	0	1 мг
Кальций	300 мг	0	0
Железо	15 мг	3мг	15 мг
Магний	50	0	10 мг
Цинк	3	0	0
Марганец	0,2	0	0
Медь	0,1	0	0
Йод	70	100 мкг	30 мкг
Селен	10	0	0

льоны, мясные и рыбные супы, потребление мяса ограничить до 3–4 раз, а в последний месяц беременности даже до 1 раза в неделю (с целью облегчения работы почек).

В первой половине беременности количество рыбы и рыбных изделий должно быть равным количеству мяса, но в последнем триместре исключают из рациона копченую, сушеную и вяленую рыбу. Также следует ограничить потребление некоторых видов рыб, накапливающих высокое содержание ртути (акулы, некоторые виды тунца, макрель, кафельник, рыба-меч). Органическая форма ртути — метилртуть, на-

капливающаяся в рыбах, может проникать через плаценту и оказывать токсическое действие на центральную нервную систему плода. Моллюски, выловленные в регионах с повышенным содержанием ртути, также могут содержать метилртуть, в этом случае необходимо также ограничить их потребление.

Молоко и молочные продукты, в случае хорошей переносимости, можно употреблять на протяжении всей беременности — в среднем 0,5 л молока в день.

Жиры. Во время беременности происходят изменения в жировом обмене, проявляющиеся в повышенной ассимиляции липидов, что сопровождается увеличением отложения жира в плаценте, молочных железах и других тканях. И хотя в нормах потребления количество жира несколько увеличено (табл. 8.3), желательную повышенную потребность в энергии не покрывать за счет более высокого потребления жиров.

В рационе беременных женщин должны присутствовать омега-3 жирные кислоты, которые встречаются в некоторых растительных маслах, грецких орехах и семенах льна, но докозагексаеновая и ряд других омега-3 жирных кислот встречаются только в жирах животного происхождения, в частности в рыбе. Омега-3 жирные кислоты передаются через плаценту и играют важную роль в росте и развитии ребенка, особенно в развитии головного мозга и сетчатки глаза.

Углеводы. В первый триместр беременности происходит увеличение синтеза инсулина. И так как инсулин является гормоном, который снижает уровень сахара в крови, повышенное его количество может привести к гипогликемии. Таким образом, для соблюдения постоянного уровня глюкозы в крови потребление углеводов должно быть адекватным. Основным их источником должны быть крахмалистые полисахариды, доля добавленного сахара не должна увеличиваться.

Поскольку во время беременности увеличивается секреция гормона прогестерона, который снижает перистальтику кишечника, рекомендуется повышенное количество продуктов, богатых клетчаткой.

Витамины. Во время беременности наблюдается снижение витаминов в крови. Прежде всего, это связано с увеличением объема плазмы крови и разбавлением ее компонентов. Достаточность витаминов во время беременности имеет особенно важное значение.

Фолиевая кислота — один из самых важных витаминов во время беременности. Она имеет особое значение для профилактики дефектов нервной трубки, которая является структурой эмбриона, и впоследствии преобразуется в мозг и спиральную пуповину. Перекрывание нервной трубки способствует нарушению формирования головного и

спинного мозга, а также ряду других заболеваний. Прием необходимого количества фолатов снижает риск этого заболевания на 60–75 %. Фолиевая кислота играет важную роль в синтезе ДНК и соответственно в росте клеток и образовании тканей. Это особенно важно на ранних сроках беременности и в период, предшествующий зачатию. Женщины должны принимать дополнительно 200 мкг фолиевой кислоты ежедневно на протяжении всей беременности. Источником фолиевой кислоты являются бобовые, темно-зеленые овощи, кукуруза, дыня, тыква и свекла. Возможен также прием фолиевой кислоты в виде витаминных комплексов.

При беременности увеличивается потребность в витамине С, прежде всего как компонента, способствующего всасыванию негемового железа. Особенно витамин С необходим при употреблении железосодержащих продуктов с ингибиторами всасывания, такими как полифенолы чая и кофе, фитаты в бобовых, цельнозерновых продуктах и некоторых овощах.

Хотя при беременности увеличивается потребность в витамине А, необходимо избегать его передозировок, так как это может привести к различным порокам развития плода. Поэтому печень животных, которая особенно богата витамином А, беременные женщины должны принимать в умеренном количестве.

Потребность в витаминах группы В, как правило, увеличивается незначительно.

Минеральные вещества. При беременности возрастает потребность в кальции до 1300 мг. Кальций и витамин D играют главную роль в формировании скелета ребенка. Накопление кальция начинается с середины беременности и возрастает в третьем триместре. Ежедневное включение в рацион молока и молочных продуктов является основой обеспечения организма легкоусвояемым кальцием. Однако в других странах в рекомендуемых нормах количество кальция во время беременности не увеличивается — считается, что его потребление на уровне 1000 мг будет достаточным для нормального метаболизма женщины и ребенка.

Потребность железа у беременных увеличивается почти в 2 раза — до 35 мг/сут. Известно, что почти две трети железа в организме находится в гемоглобине эритроцитов крови. Во время беременности объем крови увеличивается, соответственно, необходимо и большее количество эритроцитов. Это важно для роста плаценты и поддержания нормального развития головного мозга плода. Кроме того, во время третьего триместра беременности плод уже начинает создавать запасы железа, необходимые для первых месяцев жизни.

Дефицит железа может привести к железодефицитной анемии у беременных, преждевременным родам, низкому весу ребенка при рождении, повышенному риску младенческой смертности. Железодефицитная анемия является самым распространенным заболеванием в результате дефицита питательных веществ во время беременности и возникает чаще всего в течение третьего триместра. Критерием анемии при беременности считают концентрацию гемоглобина ниже 100 г/л. У 40 % беременных с анемией возникают токсикозы разной степени выраженности.

Увеличение магния в рационе связано с нормализацией гормональной и иммунной систем женщины, магний также необходим для роста и развития мышечной и костной тканей плода.

Дефицит цинка у беременной женщины сопровождается снижением иммунного ответа, увеличивает частоту осложнений беременности и рецидивов хронических заболеваний. В экспериментальных исследованиях при дефиците цинка выявлен выраженный тератогенный эффект: аномалии развития мозга, сердца, легких, мочеполовой системы, расщелина верхней челюсти. Дефицит цинка оказывает влияние на развитие эмбриона и плода посредством различных механизмов, в том числе путем снижения синтеза белка и увеличения активности свободно-радикальных процессов.

Дефицит йода во время беременности может стать причиной зоба у женщины, также вызывать недостаточный рост и нарушение развития мозга ребенка, привести к выкидышу.

Дефицит селена связан со снижением продукции антител, поэтому его достаточное количество также необходимо в рационе.

Во время беременности недопустимо принятие алкоголя. Алкоголь очень легко преодолевает плацентарный барьер, попадает в кровь плода и околоплодные воды. Потребление любого вида алкогольных напитков (пиво, вино, др.) связано с риском рождения ребенка с различными нарушениями в развитии.

Большинство беременных женщин страдают от отеков в третьем триместре беременности. Поэтому продукты, содержащие повышенное количество натрия, а также поваренную соль, в рационе следует ограничить.

По данным некоторых исследований, кофеин уменьшает всасывание некоторых питательных веществ, таких как кальций, цинк и железо. Поэтому употребление чая и кофе желательно через несколько часов после приема пищи. Кофеин также может привести к недостатку воды в организме, так как является мочегонным средством. Высокое потребление кофеина связано с повышенным риском выкидыша, по-

этому желательно ограничить его потребление или использовать кофе без кофеина.

Также рекомендуется не употреблять сырые яйца или продукты, содержащие сырые яйца, во избежание заражения сальмонеллезом.

Следует избегать употребления мягких сыров (бри, камамбер, рокфор, фета и др.), если на упаковке не написано, что они сделаны из пастеризованного молока. Непастеризованное молоко может содержать листерии, которые могут проникать сквозь плаценту и инфицировать плод, что несет угрозу для жизни.

Режим питания. В первые месяцы беременности рекомендуется 4-разовое питание, во второй половине — переход на 5-разовое, а в последние два месяца количество приемов пищи увеличивают до 6 раз. Промежутки между приемами пищи не должны превышать 4–5 часов.

8.4. ПИТАНИЕ КОРМЯЩИХ МАТЕРЕЙ

Питание кормящей матери должно обеспечивать:

- удовлетворение физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии;
- дополнительные потребности для продукции достаточного количества молока с высокой пищевой ценностью;
- предотвращение поступления с молоком матери в организм младенца аллергенов и соединений, способных вызвать раздражение слизистой оболочки пищеварительного тракта ребенка.

По рекомендациям экспертов ВОЗ, дополнительная потребность в энергии при лактации составляет в среднем 500 ккал/сут. Однако при этом должны учитываться и другие факторы: пищевые привычки, увеличение веса во время беременности, состояние здоровья и уровень активности. Кроме того, жир, накопленный в период беременности, является важнейшим дополнительным источником энергии. Дополнительная потребность в белках равна в среднем 17,5 г/сут — в первый 6 месяцев и 13 г/сут — в последующие месяцы кормления грудью.

Нормы питания России совпадают с рекомендациями ВОЗ в отношении дополнительной потребности в энергии кормящих матерей: в среднем дополнительно 500 ккал в первые 6 месяцев и 450 ккал — в последующие 7–12 месяцев. Это означает, что суточная потребность в энергии кормящих матерей при их очень легкой или средней физической активности составляет соответственно 2500 и 2700 ккал.

Однако дополнительная потребность в белке в нашей стране более чем в два раза превышает рекомендованное ВОЗ количество: 40 г/

сут в первые 6 месяцев и 30 г/сут в последующие, что свидетельствует о различии подходов отечественной и зарубежной нутрициологии к нормированию потребностей в белке различных групп людей. В настоящее время Институтом питания РАМН подготовлены рекомендации о потреблении дополнительного количества белка 20 г/сут в первые 6 месяцев и 15 г/сут в последующие, что совпадает с требованиями ВОЗ. Количество белка животного происхождения в питании кормящих матерей должно составлять не менее 60 %.

Требования к питанию в период лактации в основном аналогичны требованиям в период второй половины беременности.

В период лактации несколько увеличивается потребность в витаминах В₁, В₂, В₆, РР, С и А, так как содержание их в грудном молоке определяется витаминным составом принимаемой пищи. Резервы материнского организма позволяют некоторое время поддерживать постоянный состав молока даже при недостаточном потреблении некоторых пищевых веществ.

Также увеличивается потребность в минеральных веществах: кальций — на 400 мг, фосфор — на 200 мг, магний — на 50 мг, цинк — на 3 мг, марганец — на 0,8 мг, медь — на 0,4 мг, йод — 140 мкг, селен — на 10 мкг. Концентрация кальция, магния, фосфора и многих других элементов в грудном молоке не зависит от их потребления с пищей матери. Непосредственное влияние на содержание в молоке имеют йод, цинк, селен.

По сравнению со второй половиной беременности у женщины уменьшается потребность в фолатине. Желательно, особенно в первые месяцы кормления грудью, дополнять рацион специализированными продуктами для кормящих матерей нутритивного и лактогонного действия, обогащенными витаминами и минеральными веществами.

В рационе должно быть дополнительно не менее 1000 мл свободной жидкости. Цельное коровье молоко, избыток которого в рационе матери может вызывать у детей аллергические реакции, предпочтительнее заменять различными кисломолочными продуктами (кефир, йогурт и др.).

Поскольку многие пищевые вещества проникают через слизистую кишечника и поступают в кровоток, а оттуда секретируются в молоко, в рационе женщин необходимо избегать больших количеств соли, эфирных масел, аллергенных продуктов. Исходя из этого, в рационах кормящих матерей необходимо ограничивать лук, чеснок, специи, закусовые консервы, соленую рыбу, соленья. В число потенциальных аллергенов входят цитрусовые, красные фрукты и ягоды, тропические фрукты, мед, яйца, некоторые морепродукты (скумбрия, раки, креветки), продукты, содержащие красители, консерванты и стабилизаторы.

В рацион не включаются источники кофеина — крепкий чай, кофе, кока-кола, шоколад, так как у некоторых детей, получающих с грудным молоком кофеин, отмечаются повышенная возбудимость, беспокойство, ухудшение сна. Черный хлеб, сахар, сладости, виноград могут вызвать усиленное газообразование в кишечнике ребенка.

Учитывая негативное воздействие табачного дыма, смолы и никотина на организм ребенка и лактацию, курящим женщинам в период лактации рекомендуется отказаться от курения. Никотин может снижать объем вырабатываемого молока и тормозить его выделение, а также вызывать у ребенка раздражительность, кишечные колики и приводить к низким темпам нарастания массы тела в грудном возрасте. У курящих женщин ниже уровень пролактина, что может сократить период лактации, а также снижена концентрация витамина С в грудном молоке по сравнению с некурящими.

Кормящим матерям абсолютно запрещены все алкогольные напитки, включая пиво. Уровень алкоголя в грудном молоке почти такой же, как и в крови. Поэтому следует отказаться от кормления ребенка грудью в течение 2—3 часов после их употребления. Прием кормящей матерью алкогольных напитков вызывает у ребенка нарушения психики и торможение умственного развития, расстройства пищеварительной, сердечно-сосудистой и других систем организма вплоть до алкогольного отравления.

Не должны кормить ребенка грудью матери, страдающие наркотической (героин, морфин, метадон или их производные) зависимостью.

Контрольные вопросы

1. В чем преимущество материнского молока для ребенка по сравнению с молоком коровьим?
2. Как изменяются потребности детского организма в белке в расчете в г/кг массы тела?
3. В какой период у детей наибольшая потребность в энергии?
4. Какие минеральные вещества играют особую роль в питании детей и подростков?
5. Как изменяются потребности в энергии в пожилом возрасте?
6. Как изменяется потребность в витаминах и минеральных веществах в пожилом возрасте?
7. Какие продукты должна ограничивать женщина во время беременности?
8. Какой витамин является самым важным во время беременности?
9. Какие продукты, потребляемые кормящей матерью, способны вызвать аллергию у ребенка?

ПРИЛОЖЕНИЯ



Приложение 1

Средние величины основного
обмена взрослого населения России, ккал/сутки

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

Средние величины основного обмена детского населения

Возраст	Основной обмен (ккал/кг массы тела)	Основной обмен (ккал/сутки)
1 мес.	60	250
До года.	55	550
От 1 до 3 лет	52	660
От 3 до 7 лет	48	900
От 7 до 11 лет	25	650
От 11 до 18 лет	24	> 690

Приложение 2

Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для мужчин

№ п/п	Показатели, (в сутки)	Группа физической активности (коэффициент физической активности)															Мужчины старше 60 лет
		I (1,4)			II (1,6)			III (1,9)		IV (2,2)			V (2,5)				
		Возрастные группы															
		18–29	30–39	40–59	18–29	30–39	40–59	18–29	30–39	40–59	18–29	30–39	40–59	18–29	30–39	40–59	
		Энергия и макронутриенты															
1.	Энергия, ккал	2450	2300	2100	2800	2650	2500	3300	3150	2950	3850	3600	3400	<4200	3950	3750	2300
2.	Белок, г	72	68	65	80	77	72	94	89	84	108	102	96	117	111	104	68
	в том числе живот- ный, г	36	34	32,5	40	38,5	36	47	44,5	42	54	51	48	58,5	55,5	52	34
	% от ккал	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12
3.	Жиры, г	81	77	70	93	88	83	110	105	98	128	120	113	154	144	137	77
	Жир, % от ккал	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	33	33	33	30
	МНЖК, % от ккал	10															
	ПНЖК, % от ккал	6–10															
	Омега-6, % от ккал	5–8															
	Омега-3, % от ккал	1–2															
	Фосфолипиды, г	5–7															
4.	Углеводы, г	358	335	303	411	387	366	484	462	432	566	528	499	586	550	524	335
	Сахар, % от ккал	<10															
	Пищевые волокна, г	20															

* Для лиц, работающих в условиях Крайнего Севера, энерготраты увеличиваются на 15 % и пропорционально возрастают потребности в белках, жирах и углеводах.

Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для женщин

	Показатели (в сутки)	Группа физической активности (коэффициент физической активности)												Жен- щины старше 60 лет
		I (1,4)			II (1,6)			III (1,9)			IV (2,2)			
		Возрастные группы												
		18–29	30–39	40–59	18–29	30–39	40–59	18–29	30–39	40–59	18–29	30–39	40–59	
		Энергия и макронутриенты												
1	Энергия, ккал	2000	1900	1800	2200	2150	2100	2600	2550	2500	3050	2950	2850	1975
2	Белок, г	61	59	58	66	65	63	76	74	72	87	84	82	61
	в том числе животный, г	30,5	29,5	29	33	32,5	31,5	38	37	36	43,5	42	41	30,5
	% от ккал	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
3	Жиры, г	67	63	60	73	72	70	87	85	83	102	98	95	66
	Жир, % от ккал	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	МНЖК, % от ккал	10												
	ПНЖК, % от ккал	6–10												
	Омега-6, % от ккал	5–8												
	Омега-3, % от ккал	1–2												
	Фосфолипиды, г	5–7												
4	Углеводы, г	289	274	257	318	311	305	378	372	366	462	432	417	284
	Сахар, % от ккал	<10												
	Пищевые волокна, г	20												

* Для лиц, работающих в условиях Крайнего Севера, энерготраты увеличиваются на 15 %, пропорционально возрастают потребности в белках, жирах и углеводах.



Приложение 3

Рекомендуемые уровни потребления
витаминов и минеральных веществ пищи для взрослых

Показатели	Рекомендуемые уровни потребления, сут	
	для взрослых	добавочно для лиц пожилого возраста
<i>Витамины</i>		
Витамин С, мг	90	
Витамин В ₁ , мг	1,5	
Витамин В ₂ , мг	1,8	
Витамин В ₆ , мг	2,0	
Ниацин, мг	20	
Витамин В ₁₂ , мкг	3,0	
Фолаты, мкг	400	
Пантотеновая кислота, мг	5,0	
Биотин, мкг	50	
Витамин А, мкг ретиноловый экв	900	
Бета-каротин, мг	5,0	
Витамин Е, мг токофероловый экв	15	
Витамин D, мкг	10	5
Витамин К, мкг	120	
<i>Минеральные вещества</i>		
Кальций, мг	1000	
Фосфор, мг	800	400
Магний, мг	400	
Калий, мг	2500	
Натрий, мг	1300	
Хлориды, мг	2300	
Железо, мг	10/18* (*для женщин)	
Цинк, мг	12	
Йод, мкг	150	
Медь, мг	1,0	
Марганец, мг	2,0	
Селен, мкг	70	
Хром, мкг	50	
Молибден, мкг	70	
Фтор, мг	4,0	

Приложение 4

Дополнительные потребности в энергии и пищевых веществах для женщин в период беременности и кормления ребенка

	Беременные (2-я половина)	Кормящие (1–6 мес.)	Кормящие (7–12 мес.)
<i>Энергия и макронутриенты</i>			
Энергия, ккал	350	500	450
Белок, г	30	40	30
в том числе животный, г	20	26	20
Жиры, г	12	15	15
Углеводы, г	30	40	30
<i>Витамины</i>			
Витамин С, мг	10	30	30
Витамин В ₁ , мг	0,2	0,3	0,3
Витамин В ₂ , мг	0,2	0,3	0,3
Витамин В ₆ , мг	0,3	0,5	0,5
Ниацин, мг	2	3	3
Витамин В ₁₂ , мкг	0,5	0,5	0,5
Фолат, мкг	200	100	100
Витамин А, мкг рет. экв.	100	400	400
Пантотеновая кислота, мг	1,0	2,0	2,0
Витамин Е, мг ток. экв.	2	4	4
Витамин D, мкг	2,5	2,5	2,5
<i>Минеральные вещества</i>			
Кальций, мг	300	400	400
Фосфор, мг	200	200	200
Магний, мг	50	50	50
Железо, мг	15	0	0
Цинк, мг	3	3	3
Йод, мкг	70	140	140
Медь, мг	0,1	0,4	0,4
Марганец, мг	0,2	0,8	0,8
Селен, мкг	10	10	10

Приложение 5

Нормы физиологических потребностей
в энергии и пищевых веществах для детей и подростков РФ

Показатели (в сутки)	Возрастные группы										
	0—3 мес.	4—6 мес.	7—12 мес.	от 1 года до 2 лет	от 2 лет до 3 лет	от 3 до 7 лет	от 7 до 11 лет	от 11 до 14 лет		от 14 до 18 лет	
								Мальчики	Девочки	Юноши	Девушки
Энергия (ккал)	115*	115*	110*	1200	1400	1800	2100	2500	2300	2900	2500
Белок, г	—	—	—	36	42	54	63	75	69	87	75
в том числе животный (%)*	—	—	—	70			65	60			
г/кг массы тела**	2,2	2,6	2,9	—	—	—	—	—	—	—	—
% по ккал	—	—	—	12							
Жиры, г	6,5*	6*	5,5*	40	47	60	70	83	77	97	83
Жир, % по ккал	—	—	—	30							
НЖК, % по ккал	—	—	—	<10							
НЖК, г	—	—	—	<13,3	<15,5	<20	<23,3	<27,7	<25,6	<32,2	<27,7
ПНЖК, % по ккал	—	—	—	5—14						6—10	
— ω-6 % по ккал	—	—	—	4—12						5—8	
— ω-3 % по ккал	—	—	—	1—2							
Холестерин, мг				<300							
Углеводы, г	13*	13*	13*	174	203	261	305	363	334	421	363
Углеводы, % по ккал	—	—	—	58							
в том числе сахар % по ккал				< 10							
Витамины											
Витамин С, мг	30	35	40	45		50	60	70	60	90	70
Витамин В ₁ , мг	0,3	0,4	0,5	0,8		0,9	1,1	1,3		1,50	1,3

Витамин В ₂ , мг	0,4	0,5	0,6	0,9	1,0	1,2	1,5		1,8	1,5
Витамин В6, мг	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,6	2,0	1,6
Ниацин, мг	5,0	6,0	4,0	8,0	11,0	15,0	18,0		20,0	18,00
Витамин В12, мкг	0,3	0,4	0,5	0,7	1,5	2,0	3,0			
Фолаты, мкг	50		60	100	200		300—400		400	
Пантотеновая кислота, мг	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		3,5		5,0	4,0
Биотин, мкг	—			10	15	20	25		50	
Витамин А, мкг ретиноловый экв.	400			450	500	700	1000	800	1000	800
Витамин Е, мг токофероловый экв.	3,0		4,0		7,0	10,0	12,0	12,0	15,0	15
Витамин D, мкг	10,0									
Витамин К, мкг	—			30	55	60	80	70	120	100
Минеральные вещества										
Кальций, мг	400	500	600	800	900	1100	1200			
Фосфор, мг	300	400	500	700	800	1100	1200			
Магний, мг	55	60	70	80	200	250	300	300	400	400
Калий, мг	—	—	—	400	600	900	1500		2500	
Натрий, мг	200	280	350	500	700	1000	1100		1300	
Хлориды, мг	300	450	550	800	1100	1700	1900		2300	
Железо, мг	4,0	7,0	10,0			12,0		15,0		18,0
Цинк, мг	3,0		4,0	5,0	8,0	10,0	12,0			
Йод, мг	0,06			0,07	0,10	0,12	0,13	0,15		
Медь, мг	0,5		0,3	0,5	0,6	0,7	0,8		1,0	
Селен, мг	0,01	0,012		0,015	0,02	0,03	0,04		0,05	
Хром, мкг	—	—	—	11	15		25		35	
Фтор, мг	1,0	1,0	1,2	1,4	2,0	3,0	4,00		4,0	

* Потребности для детей первого года жизни в энергии, жирах, углеводах даны в расчете на г/кг массы тела.

** Потребности для детей первого года жизни, находящихся на искусственном вскармливании.

Приложение 6

Рекомендуемые уровни потребления минорных и биологически активных веществ пищи с установленным физиологическим действием для взрослых

Показатель	Мужчины и женщины старше 18 лет, потребление/сутки
Витаминоподобные соединения:	
Инозит, мг	500
L-карнитин, мг	300
Коэнзим Q10 (убихинон), мг	30
Липоевая кислота, мг	30
Метилметионин-сульфоний, мг	200
Оротовая кислота, мг	300
Парааминобензойная кислота, мг	100
Холин, мг	500
Микроэлементы:	
Кобальт, мкг	10
Кремний, мг	30
Другие биологически активные вещества	
Индол-3-карбололы, мг	50
Флавоноиды, мг	250 (в том числе катехинов — 100)
Изофлавоны, изофлавоногликозиды, мг	50
Растительные стерины (фитостерины), мг	300
Глюкозамин сульфат, мг	700

Приложение 7

Рекомендуемые уровни потребления биологически активных веществ пищи с установленным физиологическим действием для детей

Показатель	Величины потребления в зависимости от возраста детей, мг/сутки			
	0–12 месяцев	1–3 года	4–6 лет	7–18 лет
Витаминоподобные соединения:				
Инозит	30–40	50–60	80–100	200–500
L-карнитин	10–15	30–50	60–90	100–300
Холин	50–70	70–90	100–200	200–500
Флавоноиды (за счет фруктов и овощей), мг	—	—	—	150–250
в том числе катехинов	—	—	—	50–100

Приложение 9

Перечень основных профессий, относящихся к различным группам интенсивности труда

1 группа (очень низкая физическая активность) — работники преимущественно умственного труда, коэффициент физической активности 1,4:

- государственные служащие административных органов и учреждений;
- научные работники, преподаватели вузов, колледжей, учителя средних школ, студенты;
- специалисты-медики, психологи;
- диспетчеры, операторы, в том числе техники по обслуживанию ЭВМ и компьютерного обеспечения, программисты;
- работники финансово-экономической, юридической и административно-хозяйственной служб;
- работники конструкторских бюро и отделов, рекламно-информационных служб;
- архитекторы и инженеры по промышленному и гражданскому строительству;
- налоговые служащие;
- работники музеев, архивов, библиотекари, специалисты службы страхования;
- дилеры, брокеры, агенты по продаже и закупкам;
- служащие по социальному и пенсионному обеспечению;
- патентоведы, дизайнеры;
- работники бюро путешествий, справочных служб и других родственных видов деятельности.

2 группа (низкая физическая активность) — работники, занятые легким трудом, коэффициент физической активности 1,6:

- водители городского транспорта;
- рабочие пищевой, текстильной, швейной, радиоэлектронной промышленности;
- операторы конвейеров;
- машинисты железнодорожного транспорта;
- участковые врачи, хирурги, медсестры;
- продавцы, весовщицы, упаковщицы, работники предприятий общественного питания;

- парикмахеры, работники жилищно-эксплуатационной службы;
- реставраторы художественных изделий, гиды, фотографы;
- техники и операторы радио и телевидения;
- таможенные инспекторы, работники милиции и патрульной службы;
- работники других родственных видов деятельности.

III группа (средняя физическая активность) — работники средней тяжести труда, коэффициент физической активности 1,9:

- слесари, наладчики, станочники, буровики;
- водители электрокаров, экскаваторов, бульдозеров и другой тяжелой техники;
- работники тепличных хозяйств, растениеводы, садовники;
- работники рыбного хозяйства;
- работники других родственных видов деятельности.

IV группа (высокая физическая активность) — работники тяжелого физического труда, коэффициент физической активности 2,2:

- строительные рабочие;
- грузчики;
- рабочие по обслуживанию железнодорожных путей и ремонту автомобильных дорог;
- работники лесного, охотничьего и сельского хозяйства, деревообрабатывающие;
- физкультурники;
- металлурги доменщики-литейщики;
- работники других родственных видов деятельности.

V группа (очень высокая физическая активность; только мужчины) — работники особо тяжелого физического труда, коэффициент физической активности 2,5:

- спортсмены высокой квалификации в тренировочный период;
- механизаторы и работники сельского хозяйства в посевной и уборочный период;
- шахтеры и проходчики, горнорабочие, вальщики леса;
- бетонщики, каменщики;
- грузчики немеханизированного труда;
- оленеводы;
- работники других родственных видов деятельности.

Приложение 10

Основные метаболические эффекты функциональных компонентов пищи

Регулирующее действие	Наименование функционального компонента
<i>Метаболизм питательных веществ</i>	
Активация метаболизма липидов и липолиза	Флавоноиды, среднецепочечные жирные кислоты
Предотвращение новообразования жиров	Витамины группы В, микроэлементы (например, хром)
Снижение уровня усвоения жиров	Пищевые волокна
Регулирование аппетита	Пищевые волокна
Поддержание уровня глюкозы в крови	Пищевые волокна, витамин С, омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты, микроэлементы (например, хром)
Поддержание уровня инсулина в крови	Омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, микроэлементы (например, цинк), витамины В
<i>Устойчивость организма к онкологическим патологиям</i>	
Молочные железы	Фитоэстрогены, пищевые волокна, каротиноиды, витамин D, омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты
Толстый кишечник	Пищевые волокна, пребиотики, омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты
Предстательная железа	Фитоэстрогены, пищевые волокна, антиоксиданты, микроэлементы (например, цинк)
<i>Антиоксидантное действие</i>	
Сохранение структуры и функциональной активности ДНК	Витамины С и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины)
Антиоксидантная защита полиненасыщенных жирных кислот в мембранных липидах	Витамины С и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины)
Сохранение структуры и функциональной активности белков	Витамины С и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины), микроэлементы (например, селен)
<i>Синергическое увеличение антиоксидантного действия</i>	
	Фосфолипиды
<i>Функции сердечно-сосудистой системы</i>	
Антиоксидантная защита липидов клеточных мембран и липопротеидов	Витамины А, С (аскорбиновая кислота) и Е, микроэлементы (например, селен, цинк)

Сохранение тонуса стенок кровеносных сосудов и их проходимости	Омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды
Антитромботическое действие	Омега-3 и омега-6 полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды (антоцианины), токотриенолы, фолиевая кислота, витамины В
Сосудорасширяющий (гипотензивный) эффект	Флавоноиды (антоцианины)
Антиаритмический эффект	Флавоноиды (антоцианины)
Питание и кровоснабжение сердечной мышцы	Флавоноиды (антоцианины), витамины В (оротовая кислота)
<i>Липидный обмен</i>	
Поддержание уровня триацилглицеринов в крови	Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, фитостанолы, пищевые волокна, токотриенолы
Поддержание уровня общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в крови	Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, фитостанолы, пищевые волокна, токотриенолы, витамин РР
Антисклеротический эффект	Витамин Е, каротиноиды
<i>Пищеварение и функциональное состояние желудочно-кишечного тракта</i>	
Поддержание и улучшение состояния слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта	Пребиотики
Контроль функциональных свойств кишечной иммунокомпетентной лимфатической ткани	Пробиотики, пребиотики, синбиотики
Обеспечение образования и ассимиляции короткоцепочечных жирных кислот	Пребиотики, синбиотики
<i>Моторно-эвакуаторная функция кишечника</i>	
Уменьшение времени транзита пищевой массы	Пищевые волокна
Обеспечение формирования стула	Пищевые волокна
<i>Кишечная микрофлора</i>	
Восстановление микроэкологии (увеличение популяции и видового состава нормальной микрофлоры)	Пробиотики, синбиотики
Избирательная стимуляция роста и (или) биологической активности нормальной микрофлоры	Пребиотики, синбиотики
<i>Снижение риска развития кариеса</i>	
Поддержание состояния зубной эмали	Минеральные вещества (например, кальций, фтор)
Удаление зубного налета	Пищевые волокна

<i>Снижение риска развития остеопороза</i>	
Формирование и поддержание минеральной плотности костной ткани	Минеральные вещества (например, кальций, магний, фосфор), витамин D, фруктоолигосахариды, фитоэстрогены
Обеспечение синтеза соединительной ткани, образующей каркас кости	Витамины К, С, флавоноиды, микроэлементы (например, марганец, медь)
<i>Иммунокорректирующее действие</i>	
Обеспечение системного иммуномодулирующего действия	Витамин С, пробиотики, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты
Обеспечение местного специфического и неспецифического иммунитета	Витамин А
Антиоксидантная защита, обеспечение структурной и функциональной целостности мембран клеток иммунной системы	Витамины Е, С
Поддержание формирования клеток кишечной иммунной системы	Пробиотики, синбиотики
Поддержание формирования иммунных клеток кишечной лимфоидной системы	Пребиотики



ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Абсорбция — активный физиологический процесс прохождения веществ (аминокислоты, моносахариды и др.) через кишечную стенку в кровяное русло.

Адекватный уровень потребления — уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, установленный на основании расчетных либо экспериментально определенных величин или оценок потребления пищевых и биологически активных веществ группой/группами практически здоровых людей (с использованием эпидемиологических методов), для которых данное потребление (с учетом показателей состояния здоровья) считается адекватным. (Используется в тех случаях, когда рекомендуемая норма потребления пищевых и биологически активных веществ не может быть определена.)

Алиментарные заболевания (от лат. *alimentum* — пища) — болезни, обусловленные недостаточным или избыточным по сравнению с физиологическими потребностями поступлением в организм пищевых веществ.

Антигены — крупномолекулярные вещества любого происхождения, которые воспринимаются организмом как чужеродные и вызывают специфический иммунный ответ. Антигены способны взаимодействовать с клетками иммунной системы и антителами. Попадание антигенов в организм может вызвать формирование иммунитета, возникновение состояния иммунологической толерантности или аллергию. Свойствами антигенов обладают белки, полисахариды и другие макромолекулы.

Антиоксиданты (антиокислители) — природные или синтетические вещества, замедляющие (предотвращающие) окисление органических соединений. Антиоксиданты применяют, например, для предотвращения порчи пищевых продуктов.

Атеросклероз — хроническое сердечно-сосудистое заболевание преимущественно лиц пожилого возраста. Характеризуется уплотнением артериальной стенки за счет разрастания соединительной ткани, образованием атеросклеротических бляшек, сужением просвета сосудов и ухудшением кровоснабжения органов. Нередко осложняется тромбозом. Заболевание протекает бессимптомно до тех пор, пока сужение просвета сосуда не достигнет критической степени или не разовьется тромбоз и другие проявления болезни.

Биологическая доступность (биодоступность) нутриентов — степень всасывания нутриентов из пищеварительного тракта и активность их участия в метаболических и физиологических процессах.

Биологическая ценность — показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах.

Верхний допустимый уровень потребления — наибольший уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который не представляет опасности развития неблагоприятных воздействий на показатели состояния здоровья практически у всех лиц из общей популяции.

Витаминоподобные вещества — незаменимые пищевые биологически активные вещества, дефицит которых в отличие от витаминов не приводит к явно выраженным нарушениям (пангамовая кислота (витамин B_{15}), парааминобензойная кислота, холин, инозит, карнитин, витамин U, биофлавоноиды, липоевая и оротовые кислоты).

Гомеостаз — постоянство внутренней среды организма.

Диарея — патологическое состояние, при котором у больного наблюдается учащенная дефекация, при этом стул становится водянистым. В странах третьего мира диарея является частой причиной младенческой смертности: более 1,5 млн детей в год умирают в результате данного патологического состояния.

Дисбактериоз — изменение количественного и качественного соотношения микрофлоры кишечника, характеризующееся уменьшением содержания или исчезновением молочнокислых бактерий и бифидобактерий при одновременном повышении количества нехарактерных кишечных микроорганизмов (включая гнилостные и условно-патогенные).

Жировая ткань — совокупность клеток организма, главной функцией которых является запасаение энергии в виде жира. В настоящее время установлено, что жировая ткань — это диффузная эндокринная железа, секретирующая ряд гормонов и биологически активных веществ.

Зоб эндемический — эндокринное заболевание: значительное увеличение щитовидной железы у жителей местностей с недостаточным содержанием йода в воде, почве, продуктах питания и с нарушенным балансом некоторых микроэлементов. Уменьшение содержания йода в ткани щитовидной железы приводит к снижению синтеза основного ее гормона — тироксина, компенсаторному повышению синтеза тиреотропного гормона гипофизом и, как следствие, к гиперплазии ткани щитовидной железы.

Иммунитет — невосприимчивость организма по отношению к болезням.

Иммунная система — совокупность органов, тканей и клеток, обеспечивающих иммунитет. К центральным органам иммунной системы относятся головной мозг и вилочковая железа. К периферическим — селезенка, лимфатические узлы, скопления лимфоидной ткани в слизистой оболочке ЖКТ, миндалинах и других органах. Главная функция иммунной системы — им-

мунологический контроль за постоянством клеточного и антигенного состава организма. Она обеспечивает формирование клеточного и гуморального иммунитета, иммунологической памяти и толерантности.

Канцерогены — химические вещества (ароматические углеводороды, аминокислоты и нитросоединения, афлатоксины и др.), воздействие которых на организм при определенных условиях вызывает развитие опухолей.

Ксенобиотики — чужеродные для организма человека вещества химической или органической природы (пестициды, тяжелые металлы, антибиотики и др.)

Липотропное действие — способность ряда веществ, в частности холина, уменьшать накопление жира в печени.

Макронутриенты — основные питательные вещества (белки, жиры и углеводы).

Метаболизм — обмен веществ, т. е. полный процесс превращения химических веществ в организме, обеспечивающий его рост, развитие, деятельность и жизнь в целом.

Микронутриенты — пищевые вещества, необходимые организму в малых количествах. Суточная потребность измеряется в миллиграммах и микрограммах. Микронутриенты представлены витаминами, биоэлементами, некоторыми минеральными веществами.

Микроэлементы — химические вещества (металлы и неметаллы), содержащиеся в организме человека и животных в низких концентрациях, составляющих микрограммы на 1 г массы тканей.

Минорные компоненты пищи — вещества различного химического строения, присутствующие в пищевых продуктах (флавоноиды, индолы, органические кислоты) в следовых количествах, обладающие специфическим (защитным, регуляторным) влиянием на разнообразные функции отдельных метаболических систем и организма в целом.

Нутриенты (алиментарные вещества) — пищевые вещества.

Остеопороз — системное заболевание костей, характеризующееся уменьшением массы костной ткани, снижением прочности и высоким риском переломов.

Пищевая ценность пищевого продукта — совокупность свойств пищевого продукта, при наличии которых удовлетворяются физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии.

Пищевой рацион — совокупность пищевых продуктов, используемых в течение дня (суток).

Пищевые продукты — продукты в натуральном или переработанном виде, употребляемые человеком в пищу (в том числе продукты детского питания, продукты диетического питания), бутилированная питьевая вода, алкогольная продукция (в том числе пиво), безалкогольные напитки, жевательная резинка, а также продовольственное сырье, пищевые добавки и биологически активные добавки.

Пребиотик — физиологически функциональный пищевой ингредиент в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающий при систематическом употреблении в пищу человеком в составе пищевых продуктов благоприятное воздействие на организм человека в результате избирательной стимуляции роста и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника.

Пробиотик — физиологически функциональный пищевой ингредиент в виде полезных для человека живых микроорганизмов (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus* и др.), обеспечивающий при систематическом употреблении благоприятное воздействие на организм человека в результате нормализации состава и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника. Может употребляться в виде препаратов, биологически активных добавок к пище или в составе пищевых продуктов.

Рекомендуемая величина (норма) потребления пищевых веществ — уровень суточного потребления пищевых веществ, достаточный для удовлетворения потребностей в них конкретных групп здоровых лиц с учетом возраста и пола.

Сахарный диабет — группа эндокринных заболеваний, развивающихся вследствие относительного или абсолютного недостатка гормона инсулина или нарушения его взаимодействия с клетками организма, в результате чего развивается стойкое увеличение содержания сахара (глюкозы) в крови (гипергликемия). Заболевание характеризуется хроническим течением и нарушением всех видов обмена веществ (углеводного, жирового, белкового, минерального и водно-солевого).

Усвояемость пищи — степень использования организмом нутриентов, содержащихся в пище.

Факторы риска — потенциально опасные для здоровья факторы поведенческого, биологического, генетического, экологического, социального характера, окружающей и производственной среды, повышающие вероятность развития, прогрессирования заболеваний.

Фитонциды — биологически активные вещества, выделяемые растениями, убивающие или подавляющие рост и развитие бактерий, микроскопических грибов, простейших и др.

Эндоцитоз — поступление вещества в клетку путем изменения структуры части мембраны.

Энергетическая ценность — количество энергии в килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж), образующееся в организме из пищевых веществ продуктов питания для обеспечения его физиологических функций.

Энтероциты — основные клетки, покрывающие поверхность кишечника.

Эссенциальные нутриенты (от лат. *essentialis*) — незаменимые нутриенты, которые не образуются в организме или образуются в недостаточном количестве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Atkinson F. S., Foster-Powell K., Brand-Miller J. C.* International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2008 // *Diabetes Care*. 2008. — December; 31(12): 2281–2283.
2. *Bilsborough S., Mann N.* A review of issues of dietary protein intake in humans // *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* 2006. — 16 (2): 129–152.
3. *Carcinogens and Anticarcinogens in the Human Diet: A Comparison of Naturally Occurring and Synthetic Substances.* National Academy Press, Washington, 1996. — 417 p.
4. *Codex Alimentarius.* FAO, Rome: Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Secretariat of the Codex Alimentarius Commission; 2010. Guidelines on nutrition labelling CAC/GL 2–1985 as last amended 2010.
5. *Combs G.F. Jr.* The vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health (3rd ed.). Ithaca, NY: Elsevier Academic Press. — 2008. — 603 p.
6. *Deanna M. M., Jeffrey S. B.* Acid-alkaline balance: role in chronic disease and detoxification // *Alternative Therapies In Health And Medicine*. — 2007. — 13 (4) p. 62–65.
7. *Dietary Fiber in Human Nutrition.* Editor Gene A. Spiller : Third Edition. CRC Press. — 2001. — 709 S.
8. *Dietary Guidelines for Americans, 2010. 7th Edition.* Washington, DC: US Government Printing Office; 2010.
9. *Edgar J. A. et al.* Pyrrolizidine alkaloids in food: a spectrum of potential health consequences // *Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo Risk Assess*. 2011. — Mar; 28(3): 308–24.
10. *Energy requirements and dietary energy recommendations* // Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome, 2001.
11. *FAO/WHO Scientific Update on carbohydrates in human nutrition: conclusions.* *European J. of Clinical Nutrition*. 2007. — 61 (Suppl 1), S132–S137.
12. *Fats and fatty acids in human nutrition .Joint FAO/WHO Expert Consultation, Annals of Nutrition & Metabolism.* — 2009. — 55 (1–3), 1–308.
13. *Guyton A. C., Hall J. E.* Textbook of Medical Physiology, 11th Ed., W.B. Saunders Company. — 2006. 1116 P.
14. *Hamid R., Masood A.* Dietary lectins as disease causing toxicants // *Pakistan Journal of Nutrition* 2009. — 8 (3): 293–303.
15. *Howard G., Bartram J.* Domestic water quantity, service level and health. WHO Report, World Health Organization, Geneva: 2003.
16. *Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation.* Rome: FAO, 2004.
17. *Human vitamin and mineral requirements. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation.* FAO/WHO non-series publication. Rome: FAO, 2002.
18. *Keep fit for life. Meeting the nutritional needs of older persons.* WHO: Geneva: 2002.

19. *Manach C.*, et al. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2005; 81(1 Suppl): S230–S242.
20. *Medical physiology: a cellular and molecular approach*, 2d ed. Ed. / by Walter F. Boron and Emile L. Boulpaep. Elsevier Saunders — 2009. — 1337 p.
21. *Meinders A. J., Meinders A. E.* [How much water do we really need to drink?] // *Ned Tijdschr Geneesk.* — 2010. — 154: A1757.
22. *Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990–2010)*. United States Food and Drug Administration URL: <http://www.fda.gov/food/foodsafety>.
23. *Model for Establishing Upper Levels of Intake for Nutrients and Related Substances* // Report of a Joint FAO/WHO Technical Workshop on Nutrient Risk Assessment, 2–6 May. — 2005.
24. *Nishida C., Uauy R.* WHO Scientific Update on health consequences of trans fatty acids: introduction // *European J. of Clinical Nutrition*. — 2009. — 63, S1–S4.
25. *Nutritional Biochemistry* / By Tom Brody (Second Edition) Publisher: Academic Press. — 2008. — 1006 p.
26. *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition* // Report of a Joint WHO/FAO/UNU, Expert Consultation Technical Report Series, No 935, WHO, Geneva. — 2007.
27. *Remer T., Manz F.* Potential renal acid load of foods and its influence on urine pH // *J. Am. Diet. Assoc.* — 1995. — Jul; 95(7):791–7.
28. *Schwalfenberg G. K.* The Alkaline Diet: Is There Evidence That an Alkaline pH Diet Benefits Health? // *J. Environ. Public. Health*. 2012. — Article ID 727630, 7 p.
29. *Scientific Update on Carbohydrates in Human Nutrition*, (Guest editors: Nishida C. F., Martinez N., Mann J.), Joint FAO/WHO // *European J. of Clinical Nutrition*, Vol. 61, Sup. 1, December 2007.
30. *Ville E.* et al. Physiological study of pH stability and sensitivity to pepsin of human gastric lipase // *Digestion*. — 2002. — 65:73–81.
31. *Yoshiro Shimada, Sanae Ko.* Ascorbic Acid and Ascorbic Acid Oxidase in Vegetables // *Chugokugakuen J.* 2008. — 7, 7–10.
32. Биохимия: учебник для вузов / под ред. Е. С. Северина. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. — 779 с.
33. *Василевская Л. С.* Современные представления о распространенных «альтернативных» диетах // Материалы XVI сессии Академ. школы-семинара им. А. М. Уголева «Современные проблемы физиологии и патологии пищеварения», 2001. Т. XI. — № 4. С. 148–155.
34. ГОСТ Р 54059–2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования». — М.: Стандартинформ. 2011 — 8 с.
35. *Диетология: Руководство* / под ред. А. Ю. Барановского. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Питер, 2006. — 960 с.
36. *Дроздова Т. М., Влощинский П. Е., Позняковский В. М.* Физиология питания. — Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. — 352 с.
37. Законодательное обеспечение государственной политики в области здорового питания граждан Российской Федерации на период до 2020 года // Аналитический вестник Совета Федерации ФС РФ. — 2008. — № 10 (355). — 157 с.
38. *Конь И. Я.* Углеводы: новые взгляды на их физиологические функции и роль в питании. Вопросы детской диетологии. — 2005. — № 1. — С. 18–25.
39. *Королев А. А.* Гигиена питания. — М.: Академия, 2007. — 528 с.
40. *Кулакова С. Н., Викторова Е. В., Левачев М. М.* Транс-изомеры жирных кислот в пищевых продуктах // *Масла и жиры*. — 2008. — № 3. — С. 11–14.

41. Лусс Л. В. Пищевая аллергия и пищевая непереносимость / Цитокины и воспаление. — 2005. — Т. 4. — № 3. — С. 107–114.
42. Мартинчик А. Н., Маев И. В., Янушевич О. О. Общая нутрициология. — М.: Медпресс-информ, 2005. — 392 с.
43. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации (под ред. В. А. Тутельяна) // Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. — М., 2008. — 43 с.
44. Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 02.08.2010 г. № 593н // Российская газета. — 2010. — № 234. — 15 октября.
45. Об утверждении СанПиН 2.4.1.2660–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы в дошкольных организациях. Постановление № 91 от 22.07.2010 г.
46. Пищевая химия: Учебник для вузов / под ред. А. П. Нечаева. — 3-е изд. — СПб.: Гиорд, 2004 — 640 с.
47. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ // Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04, 2004.
48. СанПиН 2.4.5.2409–08 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования». — М., 2008. — 23 с.
49. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки, утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 881.
49. Трифонов Е. В. Пневмапсихосоматология человека. Русско-англо-русская энциклопедия. — 15-е изд., 2012 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tryphonov.ru> (дата обращения: 04.02.2012).
50. Тутельян В. А., Шабров А. В., Ткаченко Е. И. От концепции государственной политики в области здорового питания населения России — к национальной программе здорового питания // Клиническое питание. — 2004. — № 2.
51. Тырсин Ю. А., Кролевец А. А., Чижик А. С. Витамины и витаминоподобные вещества. — М.: ДеЛи плюс, 2012. — 203 с.
52. Тырсин Ю. А., Кролевец А. А., Чижик А. С. Микро- и макроэлементы в питании. — М.: ДеЛи плюс, 2012. — 223 с.
53. Физиология человека: Учебник / Под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротко. — 2-е изд. — М.: Медицина, 2003. — 656 с.
54. Физиология человека. В 3-х т. Т. 3 / Под ред. Р. Шмита и Г. Тевса. — М.: Мир, 2005. — 228 с.
55. Химический состав российских продуктов питания / под ред. И. М. Скурихина и В. А. Тутельяна. — М.: ДеЛи Принт, 2002. — 235 с.
56. Шендеров Б. А. Функциональное и персональное питание. Современное состояние и перспектива // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. — 2010. — № 2–3. — С. 2–5.
57. Шендеров Б. А. Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома. — М.: ДеЛи принт, 2008. — 319 с.