



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	9
Список сокращений и условных обозначений .....	10
<b>Глава 1. Введение: значение питания в жизни человека .....</b>	<b>11</b>
1.1. Питание, пища, пищевые вещества .....	13
1.2. История и эволюция питания человека .....	18
Коротко — главное .....	19
<b>ЧАСТЬ I. ХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ .....</b>	<b>21</b>
<b>Глава 2. Белки .....</b>	<b>23</b>
2.1. Строение и аминокислотный состав белков .....	23
2.2. Физико-химические свойства белков пищи .....	25
2.3. Функции белка .....	26
2.4. Пищевая ценность белков .....	27
2.5. Оценка качества пищевых белков .....	28
2.6. Переваривание белков и всасывание аминокислот .....	33
2.7. Метаболизм аминокислот и обновление белка .....	34
2.8. Потребность в белке .....	37
2.9. Азотистый баланс .....	38
2.10. Факторы, влияющие на потребность в белке .....	40
2.11. Понятие о белково-калорийной недостаточности .....	42
2.12. Содержание белка в пище и удовлетворение потребности в белке ...	43
Коротко — главное .....	47
<b>Глава 3. Жиры .....</b>	<b>48</b>
3.1. Функции липидов .....	48
3.2. Строение и классификация жиров пищи .....	49
3.3. Переваривание, всасывание и транспорт липидов .....	57
3.4. Метаболизм липидов в органах и тканях .....	59
3.5. Биологическая роль незаменимых жирных кислот .....	61
3.6. Значение пищевых жиров и холестерина в развитии атеросклероза ...	62
3.7. Содержание жиров в пищевых продуктах .....	67
3.8. Жировые продукты в питании и приготовлении пищи .....	69
Коротко — главное .....	74

<b>Глава 4. Углеводы</b> .....	76
4.1. Строение, классификация и свойства углеводов пищи .....	76
4.2. Пищевая ценность углеводов .....	82
Коротко — главное .....	90
<b>Глава 5. Энергетический обмен. Потребность в энергии</b> .....	91
5.1. Энергетические затраты организма и потребность в энергии .....	91
5.2. Пища как источник энергии .....	112
5.3. Баланс энергии. Регуляция массы тела .....	117
5.4. Ожирение как дисбаланс энергии .....	136
Коротко — главное .....	139
<b>Глава 6. Витамины в питании и профилактика витаминной недостаточности</b> .....	140
6.1. Общая характеристика физиологической роли витаминов .....	140
6.2. Потребность в витаминах .....	146
6.3. Недостаточность витаминов: авитаминозы и гиповитаминозы. ....	146
6.4. Потери витаминов при кулинарной обработке и хранении пищи ...	150
6.5. Пути профилактики недостаточности витаминов .....	151
Коротко — главное .....	152
<b>Глава 7. Минеральные вещества</b> .....	154
7.1. Общие функции минеральных веществ .....	155
7.2. Пища как источник минеральных веществ .....	159
7.3. Физиологическое значение отдельных минеральных веществ. ....	159
Коротко — главное .....	162
<b>Глава 8. Биологически активные неалиментарные компоненты пищи</b> .....	164
8.1. Терпены .....	168
8.2. Фенолы и полифенолы .....	169
8.3. Тиолы .....	171
8.4. Лигнаны .....	172
Коротко — главное .....	172
<b>Глава 9. Вода</b> .....	173
9.1. Функции воды .....	173
9.2. Потребность в воде .....	174
Коротко — главное .....	175
<b>Глава 10. Пищевая ценность продуктов питания</b> .....	176
10.1. Молоко и молочные продукты .....	176
10.2. Мясные продукты и заменители мяса .....	179

10.3. Продукты из зерна . . . . .	182
10.4. Овощи и фрукты . . . . .	185
10.5. Жиры, масла, сахар и сладости . . . . .	189
10.6. Обогащение пищевых продуктов . . . . .	190
10.7. Генетически модифицированные источники пищи . . . . .	198
Коротко — главное . . . . .	202
<b>Глава 11. Поиск и выбор пищи . . . . .</b>	<b>203</b>
11.1. Аппетит и голод . . . . .	203
11.2. Механизм возникновения чувства голода и насыщения . . . . .	203
11.3. Четыре основных вкуса . . . . .	205
11.4. Непереносимость пищи . . . . .	205
Коротко — главное . . . . .	207
<b>ЧАСТЬ II. ОСНОВЫ ЭПИДЕМИОЛОГИИ ПИТАНИЯ . . . . .</b>	<b>209</b>
<b>Глава 12. Эпидемиология питания как отрасль науки о питании . . . . .</b>	<b>211</b>
12.1. Задачи и объекты исследования эпидемиологии питания . . . . .	211
12.2. Характеристика факторов питания . . . . .	212
12.3. Классификация и краткая характеристика исследований в эпидемиологии питания . . . . .	215
12.4. Достоверность и надежность результатов эпидемиологических исследований . . . . .	218
12.5. Выборка контингента исследования . . . . .	222
Коротко — главное . . . . .	223
<b>Глава 13. Методы изучения фактического потребления пищи . . . . .</b>	<b>225</b>
13.1. Источники и уровни получения информации о питании населения . . . . .	225
13.2. Типы информации о питании отдельного человека и группы людей . . . . .	227
13.3. Классификация и общая характеристика методов изучения индивидуального потребления пищи . . . . .	228
13.4. Методы непосредственной (оперативной) регистрации потребляемой пищи . . . . .	231
13.5. Методы ретроспективного воспроизведения питания . . . . .	233
13.6. Компьютеризация интервью — перспективное направление совершенствования системы сбора первичной информации по фактическому питанию . . . . .	239
13.7. Оценка данных фактического потребления пищи . . . . .	241
Коротко — главное . . . . .	251

<b>Глава 14. Лабораторные методы оценки состояния питания</b> . . . . .	252
14.1. Биомаркеры пищевого статуса . . . . .	253
Коротко — главное . . . . .	264
<b>Глава 15. Нормы и рекомендации в нутрициологии</b> . . . . .	265
15.1. Определение основных понятий . . . . .	265
15.2. Общие принципы разработки рекомендуемых величин потребления пищевых веществ и энергии . . . . .	269
15.3. Назначение и пути использования рекомендуемых норм потребления пищевых веществ . . . . .	272
15.4. Зарубежный опыт разработки стандартных величин потребления энергии и пищевых веществ . . . . .	273
15.5. Рекомендации по питанию для населения, основанные на свободном выборе пищи . . . . .	277
15.6. Политика в области питания . . . . .	279
Коротко — главное . . . . .	282
<b>ЧАСТЬ III. ПИТАНИЕ И ЗДОРОВЬЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ, ПРИНЦИПЫ, РЕКОМЕНДАЦИИ</b> . . . . .	285
<b>Глава 16. Питание и профилактика заболеваний: мировые и российские проблемы и приоритеты</b> . . . . .	287
16.1. Заболевания, связанные с недостаточностью питания . . . . .	288
16.2. Взаимосвязь питания и хронических неинфекционных заболеваний . . . . .	296
16.3. Ожирение . . . . .	297
16.4. Сердечно-сосудистые заболевания . . . . .	301
16.5. Онкологические заболевания . . . . .	305
16.6. Инсулиннезависимый сахарный диабет . . . . .	311
16.7. Желчнокаменная болезнь . . . . .	312
16.8. Кариес зубов, потребление сахара и фтористых соединений . . . . .	312
16.9. Остеопороз . . . . .	313
16.10. Последствия потребления алкоголя . . . . .	315
<b>Глава 17. Здоровое питание — самостоятельный выбор каждого человека</b> . . . . .	316
17.1. Критически значимые факторы питания . . . . .	316
17.2. Всемирная организация здравоохранения о целях в питании современного человека . . . . .	318
17.3. Комбинация продуктов — основа структуры здорового питания . . . . .	323
17.4. Правила индивидуального здорового питания . . . . .	324
Коротко — главное . . . . .	331

<b>Глава 18. Питание, физическая активность и спорт.</b>	333
18.1. Значение физической активности для здоровья	333
18.2. Влияние на обмен веществ	335
18.3. Инсулиннезависимый сахарный диабет	335
18.4. Влияние на костную ткань	335
18.5. Артериальная гипертензия	336
18.6. Ишемическая болезнь сердца	336
18.7. Физическая активность в пожилом возрасте	337
18.8. Риск, связанный с физической нагрузкой	337
18.9. Питание и спорт	338
18.10. Потребности в пищевых веществах и энергии при интенсивной мышечной работе	347
18.11. Основные параметры спортивного питания	360
<b>Глава 19. Особенности питания на этапах онтогенеза.</b>	362
19.1. Питание в период беременности	362
19.2. Лактация и потребность в энергии и пищевых веществах	371
19.3. Питание детей и подростков	376
19.4. Питание в пожилом возрасте	398
Коротко — главное	403
<b>Глава 20. Мифы и предрассудки в питании. «Модные» диеты.</b>	405
20.1. Причины появления «модных» диет	405
20.2. Анализ альтернативных представлений о питании	406
20.3. «Модные» диеты и забота о внешнем виде и фигуре	410
20.4. Вегетарианство	411
Коротко — главное	414
<b>Глава 21. Взаимодействие питания и генотипа роль человека: нутригеномика и нутригенетика</b>	415
21.1. Врожденные нарушения метаболизма	416
21.2. Взаимодействие генотипа и факторов питания в развитии болезни	420
21.3. Нутригенетика и нутригеномика. Базовые характеристики и значение	421
21.4. Влияние пищевых веществ на экспрессию генов	423
21.5. Полиморфизм генов и метаболизм пищевых веществ	426
21.6. Генотип и риск хронических неинфекционных заболеваний	427
Коротко — главное	431

<b>Глава 22. Пища как источник токсичных и биологически активных веществ</b> .....	433
22.1. Классификация вредных веществ пищи .....	433
22.2. Природные компоненты пищи, оказывающие неблагоприятное действие .....	433
22.3. Загрязнители пищевых продуктов .....	437
Коротко – главное .....	443
<b>Глава 23. Питание и процессы биотрансформации чужеродных веществ</b> .....	445
23.1. Феномен метаболической активации и механизм биологического действия чужеродных веществ .....	446
23.2. Пищевые факторы в формировании антиоксидантной системы .....	450
23.3. Роль отдельных компонентов пищи в регуляции процессов метаболизма и реализации токсичности чужеродных веществ .....	451
23.4. Основные пути влияния пищевых веществ на процессы биотрансформации ксенобиотиков .....	467
Коротко – главное .....	471
<b>Приложение</b> .....	473
Метод изучения фактического питания по анализу частоты потребления пищи .....	473
Список рекомендуемой литературы .....	492
Список цитируемой литературы .....	492
Предметный указатель .....	494

## Глава 3

### Жиры

Жиры и масла по химическому строению и физико-химическим свойствам относятся к классу органических соединений — **липидов**. Липиды включают в себя не только жиры (твердые липиды) и масла (жидкие), но и другие вещества, которые не растворяются в воде (гидрофобны, букв. — «боятся воды»), но растворяются в органических растворителях (эфире, хлороформе, бензине и др.). Например, холестерин (ХС) и витамин D относятся к липидам, но их не называют жирами. Термин «липиды» применяется чаще при описании физиологических компонентов и процессов, протекающих в живом организме. Термины «жиры» и «масла» чаще используются для описания пищевых жиров, основным компонентом которых служат триглицериды. Но пищевые жиры и масла несут в себе и многие другие физиологически важные липиды.

#### 3.1. ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

Липиды — обязательные компоненты всех живых клеток, выполняют две основные функции — структурных компонентов биологических мембран и запасного энергетического материала.

Некоторые гормоны являются липидами и образуются в организме человека из жиров пищи.

Пищевые жиры включают в себя четыре жирорастворимых витамина и две незаменимые жирные кислоты (ЖК) — линолевую и линоленовую, которые не синтезируются в организме человека. Из этих кислот синтезируются в организме другие жирные кислоты и большая группа высокоактивных регуляторов обмена веществ — эйкозаноидов (простагландины, тромбоксаны, лейкотриены).

Жирорастворимые витамины А, D, Е и К поступают в организм в составе жиров и масел. С животными жирами поступает в организм холестерин. С одной стороны, он служит обязательным компонентом биологических мембран клеток, с другой — с отложением холестерина в стенках сосудов связывают развитие атеросклероза. Жиры — это пищевые вещества, с избытком потребления которых связывают развитие и других хронических заболеваний современного человека.



## 3.2. СТРОЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИРОВ ПИЩИ

Липиды подразделяют на два класса: *полярные* и *неполярные липиды*. К *полярным липидам* относятся жирные кислоты, холестерин, фосфолипиды, несущие в молекуле заряженную группу. *Неполярные липиды* представлены триглицеридами, составляющими основную часть пищевых жиров.

Пищевые жиры делят по происхождению на *растительные (масла)* и *животные (жиры)*. Различие между жиром и маслом в том, что жиры при комнатной температуре находятся в твердом состоянии, а масла — в жидком. Большинство жидких масел — растительного происхождения, а твердые жиры — в основном животного. Есть исключения из этого правила: жиры рыб, как правило, жидкие, а пальмовое масло при комнатной температуре находится в твердом состоянии.

Растительные масла получают из семян так называемых масличных культур — подсолнечника, кукурузы, сои, льна, оливок, рапса и других культур. Содержание жира в семенах приведено в табл. 3.1. Растительные масла называют по названию масличной культуры — подсолнечное, кукурузное, оливковое и т.д.

**Таблица 3.1.** Содержание жиров в семенах и плодах

Культура	Общее содержание жира, %	Содержание фосфолипидов, %
Подсолнечник	33–57	0,7
Хлопчатник	19–29	1,7
Соя	14–25	1,8
Конопля	30–38	–
Клещевина	35–59	0,3
Арахис	54–61	–
Лен	27–47	0,6
Рапс	38–45	–
Арбуз (семена)	12–45	–
Какао (бобы)	49–57	–
Кокосовая пальма (копра)	65–72	–
Кедр (орех)	26–28	–
Пшеница	1,9–2,9	0,54
Кукуруза	4,8–5,9	0,9

Животные жиры (сливочное коровье масло, свиное сало, бараний жир, говяжий жир, жир рыб) присутствуют в продуктах как составные части, но они

также могут быть выделены в изолированном виде (жир бараний, говяжий, свиной и т.п.).

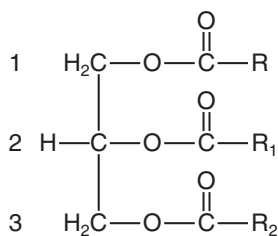
Маргарин получают из смеси растительных масел, изменяя их так, чтобы они сохранялись в твердом виде при комнатной температуре. Маргарин ближе к растительным маслам по своим пищевым свойствам.

Липиды также подразделяют на простые и сложные. Простые липиды состоят из трех элементов — углерода, кислорода и водорода. Сложные липиды содержат, кроме них еще фосфор и азот. Простые липиды состоят из тех же трех элементов, из которых состоят сахара. Однако эти два класса соединений отличаются по соотношению элементов в молекуле. Соотношение кислорода к углероду и водороду в простых жирах составляет от 1:7 до 1:30 (1 кислород на 7–30 атомов углерода или водорода), тогда как в простых сахарах это соотношение 1:2. Низкое соотношение кислорода к другим элементам придает жирам более высокую энергетическую ценность, чем калорийность углеводов. Благодаря этому жиры пищи служат концентрированными источниками энергии.

### Триглицериды

Основную часть пищевых жиров и масел (95–96% их массы) составляют простые липиды — триглицериды жирных кислот, или триацилглицерины. Пищевые жиры — это смесь различных триглицеридов. Триглицериды состоят из трехатомного спирта глицерина, к которому присоединены эфирными связями три различные жирные кислоты. В жирах и маслах могут присутствовать незначительные количества глицеридов с одной или двумя молекулами жирных кислот — моно- и диацилглицерины. Строение триглицеридов показано на рис. 3.1.

Комбинация различных жирных кислот и их положения на молекуле глицерина определяет многообразие химических видов триглицеридов. Для специальных целей пищевые природные триглицериды могут быть изменены путем замены жирных кислот и их положения на молекуле глицерина. Этот процесс называется *переэтерификацией триглицеридов*.



**Рис. 3.1.** Структура пищевых триглицеридов: где R — остатки жирных кислот; 1, 2, 3 — углеродные атомы глицерина

Триглицериды жиров и масел имеют высокую температуру кипения, что позволяет жарить пищу без их значительного испарения. Жареные жиры придают высокие вкусовые достоинства приготовленной пище.

## Строение и свойства жирных кислот

Так как глицерин входит в состав всех простых глицеридов, многообразие их свойств обусловлено свойствами входящих в их состав жирных кислот. В природных жирах и маслах найдено около 300 карбоновых кислот. Наиболее распространенные ЖК пищевых жиров и масел перечислены в табл. 3.2.

**Таблица 3.2.** Основные жирные кислоты, входящие в состав пищевых жиров

Тривиальное название	Систематическое название	Сокращенное название	Семейство жирных кислот
Каприловая	Декановая	10:0	–
Лауриновая	Додекановая	12:0	–
Миристиновая	Тетрадекановая	14:0	–
Пальмитиновая	Гексадекановая	16:0	–
Стеариновая	Октадекановая	18:0	–
Арахидиновая	Эйкозановая	20:0	–
Бегеновая	Докозановая	22:0	–
Лигноцериновая	Тетракозановая	24:0	–
Пальмитоолеиновая	9-гексадекановая	16:1	n-7
Олеиновая	9-октадекановая	18:1	n-9
Гадолеиновая	11-эйкозановая	20:1	n-9
Цетолея	11-докозановая	22:1	n-11
Эруковая	13-докозановая	22:1	n-9
Нервоновая	15-тетракозановая	24:1	n-9
Линолевая	9, 12-октадекадиеновая	18:2	n-6
$\alpha$ -линоленовая	9, 12, 15-октадекатриеновая	18:3	n-3
$\gamma$ -линоленовая	6, 9, 12-октадекатриеновая	18:3	n-6
Дигомо- $\gamma$ -линоленовая	8, 11, 14-эйкозатриеновая	20:3	n-6
	5, 8, 11-эйкозатриеновая	20:3	n-9
Арахидиновая	5, 8, 11, 14-эйкозатетраеновая	20:4	n-6

Тривиальное название	Систематическое название	Сокращенное название	Семейство жирных кислот
Эйкозапентаеновая	5, 8, 11, 14, 17-эйкозапентаеновая	20:5	n-3
Адрениновая	7, 10, 13, 16-докозатетраеновая	22:4	n-6
Клупанодовая	7, 10, 13, 16, 19-докозапентаеновая	22:5	n-3
Осбондовая	4, 7, 10, 13, 16-докозапентаеновая	22:5	n-6
Докозагексаеновая	4, 7, 10, 13, 16, 19-докозагексаеновая	22:6	n-3

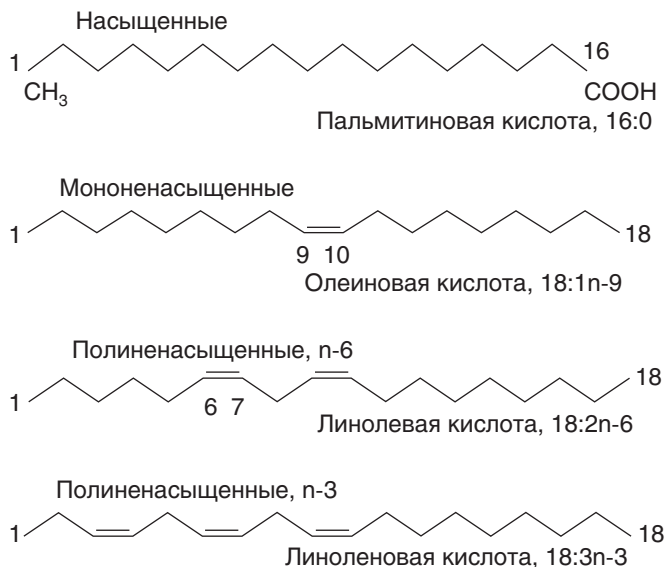
Жирные кислоты содержат четное число углеродных атомов, которое варьирует от 4 (присутствуют в сливочном масле) до 30 (в жире некоторых рыб). Наиболее часто встречаются ЖК с 12–18 атомами углерода. Количество атомов углерода в молекуле ЖК называют *длиной жирно-кислотной цепи*. Один конец ЖК заканчивается метильной группой, а на другом конце расположена карбоксильная группа. При образовании ацилглицеринов карбоксильная группа ЖК реагирует с ОН-группой спирта глицерина с выделением воды.

ЖК делятся на **насыщенные** и **ненасыщенные** (рис. 3.2). Если в ЖК каждый атом углерода соединен с двумя атомами водорода, то такие жирные кислоты называются **насыщенными**, то есть в углеродной цепи ЖК отсутствуют двойные связи. А если в углеродной цепи жирной кислоты присутствуют двойные связи, то ЖК относятся к **ненасыщенным**. При наличии одной двойной связи ненасыщенные ЖК называются **мононенасыщенными**, а при наличии двух двойных связей и более — **полиненасыщенными (ПНЖК)**.

Существует несколько названий жирных кислот: тривиальное (общепринятое), систематическое химическое название и название, определяющее семейство жирных кислот (см. табл. 3.2).

Сокращенное название ЖК состоит из числа углеродных атомов и — через двоеточие — количества двойных связей в молекуле. Так, линолевая кислота, состоящая из 18 углеродных атомов и имеющая две двойные связи, обозначается как кислота 18:2.

Современная классификация жирных кислот включает деление их на семейства n-6, или  $\omega$ -6 (омега-6), n-3, или  $\omega$ -3. Линолевая кислота, содержащая первую двойную связь в положении С-6, считая от метильного конца, относится к семейству n-6, или  $\omega$ -6. Линоленовая кислота образует семейство n-3, или  $\omega$ -3 ЖК, содержащих двойную связь в положении С-3, считая от метильного конца молекулы.



**Рис. 3.2.** Строение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот

Растительные масла содержат преимущественно ненасыщенные жирные кислоты, которые остаются жидкими при комнатной температуре. Животные жиры — сало, говяжий и бараний жиры, сливочное масло, напротив, содержат больше насыщенных ЖК и твердые при комнатной температуре.

Двойные связи в жирных кислотах могут иметь *цис*- или *транс*-конфигурацию. Большинство природных ненасыщенных ЖК имеют *цис*-конфигурацию двойных связей, в которой атомы водорода при углеродных атомах, соединенных двойной связью, находятся пространственно по одну сторону двойной связи. *Транс*-конфигурация двойной связи может образоваться в процессе гидрирования полиненасыщенной ЖК, то есть насыщения двойной связи водородом, в процессе получения маргаринов. Небольшие количества *транс*-изомеров жирных кислот присутствуют в сливочном масле. Появление их связано с процессами гидрирования ЖК растений в рубце (желудке) коров. Хотя *цис*- и *транс*-ненасыщенные жирные кислоты имеют одинаковый химический состав, биологические их свойства, зависящие от стереохимических различий молекул, различаются. ПНЖК, содержащие одну или более *транс*-двойных связей, не обладают свойствами эссенциальных ЖК. Избыточное потребление *транс*-изомеров жирных кислот повышает риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Среди насыщенных ЖК наиболее распространены в пищевых жирах пальмитиновая (16:0) и стеариновая (18:0) кислоты. Из мононенасыщенных ЖК наиболее распространена в маслах и жирах олеиновая кислота 18:1, а из ПНЖК — линолевая 18:2.

Жирно-кислотный состав растительных масел и животных жиров имеет характерные особенности для каждого жира (табл. 3.3.). В целом в твердых животных жирах преобладают насыщенные ЖК 12:0–18:0. Однако в пальмовом масле преобладает пальмитиновая кислота 16:0, поэтому оно твердое при

комнатной температуре. В растительных маслах преобладают олеиновая и линолевая кислоты. Только в льняном и соевом маслах высоко содержание линоленовой кислоты семейства  $\omega$ -3.

Подавляющее большинство растительных масел содержит больше ненасыщенных ЖК, чем жиры животных, в которых большую часть составляют насыщенные ЖК.

К высоконасыщенным жирам относятся жиры рыб. Этот вид жиров уникален тем, что содержит ПНЖК семейства  $\omega$ -3 с очень длинной боковой цепью, которых нет в других животных жирах и растительных маслах.

Две из множества ЖК — линолевая  $18:2n-6$  и линоленовая  $18:3n-6$  — относятся к незаменимым, или эссенциальным ЖК, и обязательно должны поступать с пищей. Они не могут образовываться в организме человека. Так как эти две кислоты являются ПНЖК, в питании человека более важны содержащие их растительные масла, чем животные жиры.

### *Фосфолипиды и другие компоненты жиров и масел*

Сложные липиды содержат, кроме углерода, кислорода и водорода, другие элементы — фосфор и азот. Наиболее важная и распространенная группа сложных липидов — *фосфолипиды*. Молекула фосфолипидов построена из остатков спиртов, высокомолекулярных ЖК, фосфорной кислоты, азотистых оснований (холина или этаноламина), аминокислот и некоторых других соединений. В фосфоглицеридах спиртовая часть представлена глицерином, в состав сфингомиелина и цереброзида вместо глицерина входит сфингозин. Хотя фосфолипиды составляют небольшую фракцию пищевых жиров, в их состав входят незаменимые ПНЖК. Фосфолипиды — обязательный компонент биологических мембран всех живых клеток и субклеточных структур.

Содержание фосфолипидов в семенах масличных культур составляет 1,5–2%, в курином яйце — 2,4%, в печени — 2,5%. В рафинированных растительных маслах как продуктах фосфолипиды отсутствуют. Они выделяются при очистке (рафинировании) растительных масел. Фосфолипиды используются в хлебопекарной и кондитерской промышленности и при производстве маргарина как эмульгаторы (пищевые добавки).

**Таблица 3.3.** Жирнокислотный состав различных пищевых жиров, % общего содержания

Масло или жир	4-10:0	12:0	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	Другие
<b>Жиры с высоким содержанием насыщенных жирных кислот</b>										
Сливочное	9,2	3,1	11,7	6,2	1,9	12,5	28,2	2,9	0,5	3,8
Пальмоядровое	8,2	49,6	16,0	8,0	–	2,4	13,7	2,0	–	0,1
Кокосовое	14,9	48,5	17,6	8,4	–	2,5	6,5	1,5	–	0,1
Пальмовое	–	0,3	1,1	45,1	0,1	4,7	38,8	6,4	–	0,3
Говяжий	0,1	0,1	3,3	25,5	3,4	21,6	38,7	2,2	0,6	4,6
Свиной	0,1	0,1	1,5	24,8	3,1	12,3	45,1	9,9	1,1	3,0
Куриный	–	0,2	1,3	23,2	6,5	6,4	41,6	18,9	1,3	0,6
Бараний	0,2	0,3	5,2	23,6	2,5	24,5	33,3	4,0	1,3	5,1
Какао-бобов	–	–	0,1	25,8	0,3	34,5	35,3	2,9	–	1,1
<b>Жиры с высоким содержанием олеиновой кислоты (мононенасыщенные жирные кислоты)</b>										
Оливковое	–	–	–	13,7	–	2,5	71,1	10,0	0,6	2,1
Арахисовое	–	–	0,1	11,6	–	3,1	46,5	31,4	1,5	5,8
Рапсовое (низкоолеиновое)	–	–	–	3,9	–	1,9	64,1	18,7	9,2	2,2
Рисовое (из отрубей)	–	–	0,5	16,4	–	2,1	43,8	34,0	1,1	2,1
Подсолнечное (высокоолеиновое)	–	–	0,1	5,5	–	2,2	79,7	12,0	0,2	0,3

Масло или жир	4–10:0	12:0	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	Другие
Кукурузное	–	–	–	12,2	–	2,2	27,5	57,0	0,9	0,2
Хлопковое	–	–	0,9	24,7	–	2,3	17,6	53,3	0,3	0,9
Овсяное	–	–	0,2	17,1	–	1,4	33,4	44,8	0,2	2,9
Сафлоры	–	–	0,1	6,5	–	2,4	13,1	77,7	–	0,2
Кунжутное	–	–	–	9,9	–	5,2	41,2	43,2	0,2	0,3
Соевое	–	–	0,1	11,0	–	4,0	23,4	53,2	7,8	0,5
Подсолнечное (обычное)	–	–	0,2	6,8	–	4,7	18,6	68,2	0,5	1,0



В маслах и жирах присутствует ряд веществ, содержание которых мало по сравнению с количеством триглицеридов и даже фосфолипидов. Однако их биологическая и пищевая роль от этого не меньше. К минорным компонентам жиров и масел относятся витамины А, Е и D, каротиноиды, стерины, сквален и др.

**Жирорастворимые витамины.** Растительные масла — важнейший источник витамина Е (токоферолов) в питании человека. Известна целая группа токоферолов —  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -токоферолы, но наиболее важен  $\alpha$ -токоферол. Токоферолы растительных масел служат эффективными антиоксидантами, которые защищают растительные масла от порчи, а также играют роль антиоксидантов в организме человека.

Каротиноиды — растительные красно-желтые пигменты, придающие овощам и фруктам, а также жирам и маслам, где они содержатся, желтый и красно-коричневый цвет. Наиболее изучены  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -каротины, ликопин, лютеин и ксантопил. Каротиноиды в организме человека превращаются в витамин А. Самой высокой А-витаминной активностью обладает  $\beta$ -каротин. Природные и синтетические каротиноиды широко используются в пищевой промышленности как пищевые добавки — красители.

В сливочном масле присутствует витамин А, рыбий жир (жир печени трески) богат витамином D. В некоторых странах маргарины специально обогащаются витаминами А и D, что способствует профилактике их недостаточности. Поперечнополосатые мышцы используют для получения энергии глюкозу и жирные кислоты. Глюкоза окисляется главным образом при острой мышечной работе, а жирные кислоты являются преимущественным источником энергии для отдыхающей или длительно работающей мышцы. Мышцы способны запасать углеводы в форме гликогена, а жиры — в форме триглицеридов.

**Стерины.** Содержание стерина в жирах и маслах составляет от 0,01 до 2%. Самый известный из животных стерина — холестерин. Он присутствует в животных жирах, яичном желтке, но отсутствует в растительных маслах. В растениях имеются фитостерины, такие как стигмастерин и  $\beta$ -ситостерин. Фитостерины плохо всасываются в ЖКТ, тогда как всасывается 50% и более животного холестерина. Фитостерины способны угнетать всасывание холестерина.

**Сквален.** Это углеводород, присутствующий в жирах и маслах, который служит промежуточным метаболитом в процессе биосинтеза стерина из ацетата. Содержание сквалена в растительных маслах не превышает 30 мг/100 г. Наибольшие концентрации сквалена найдены в оливковом масле и жире рыб.

### 3.3. ПЕРЕВАРИВАНИЕ, ВСАСЫВАНИЕ И ТРАНСПОРТ ЛИПИДОВ

Нейтральные и не растворимые в воде триглицериды не могут всасываться в неизменном виде в ЖКТ и требуют ферментативного превращения под действием ферментов липаз, содержащихся в желудочном и панкреатическом соках. Растворение липидов в ЖКТ осуществляется благодаря эмульгирующей роли желчи и пищевых фосфолипидов. Липазы гидролизуют триглицериды до полярных моноацилглицеринов и свободных жирных кислот. Моноацилглицерины и свободные ЖК всасываются в клетки слизистой оболочки тонкого кишечника, где происходит их воссоединение (реэтерификация) в новые триглицериды. В составе так называемых липопротеиновых

частиц хиломикронов триглицериды поступают вначале в лимфатическую систему, а затем в кровь. Некоторое количество ЖК и глицерина всасывается непосредственно в кровь. Процессы переваривания липидов в различных участках пищеварительного тракта схематически представлены на рис. 3.3.

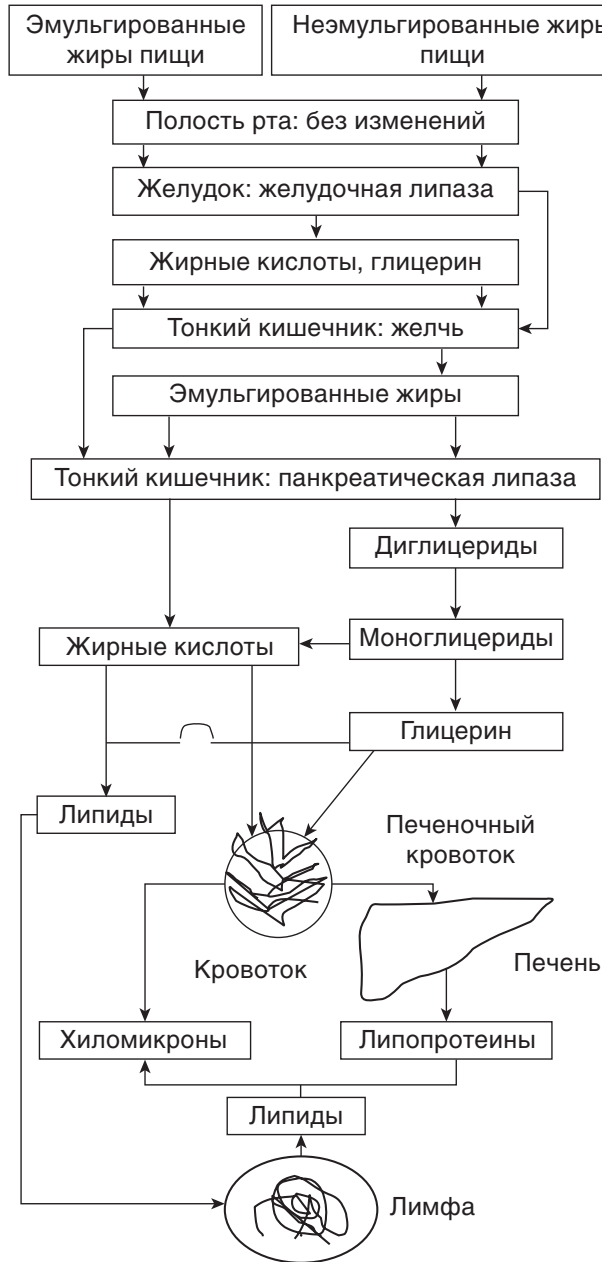


Рис. 3.3. Переваривание и транспорт жиров пищи

Нарушение переваривания и всасывания жиров приводит к появлению жира в кале и потере энергии пищи.

### *Лipoproteины плазмы крови*

Лipoproteины крови — это липидсодержащие шарики, центральная часть которых состоит из различных липидов, а оболочка покрыта слоем фосфолипидов и молекулами белков аполиipoproteинов. Благодаря белковому и фосфолипидному окружению липoproteины способны циркулировать в водной среде плазмы крови, взаимодействовать с ферментом липазой и поступать в клетки печени и других органов. Таким образом, липoproteины — транспортная (переносная) форма жиров в организме человека. В зависимости от липидного состава, физико-химических и физиологических свойств выделяют несколько типов липoproteинов, циркулирующих в плазме крови. Однако классификация липoproteинов основана на их электрофретической подвижности или распределении при ультрафильтрации.

Выделяют следующие классы липoproteинов.

1. Хиломикроны — самые крупные липoproteинные шарики, содержащие внутри главным образом триглицериды, всосавшиеся в кишечнике.
2. Лipoproteины очень низкой плотности (ЛПОНП), или пре-β-лиipoproteины).
3. Лipoproteины низкой плотности (ЛПНП), содержащие наибольшие количества холестерина. Способны переносить и откладывать холестерин в стенки кровеносных сосудов.
4. Лipoproteины высокой плотности (ЛПВП), содержащие фосфолипиды и холестерин. Последний транспортируется в печень или передается другим липoproteинным частицам.

Лipoproteины плазмы крови синтезируются и секретируются тонким кишечником и печенью. Аполиipoproteины придают высокогидрофобным липидам способность проникать в кровь и переноситься плазмой крови. К 2000 г. было известно 16 аполиipoproteинов. Некоторые аполиipoproteины функционируют как лиганды для специфических рецепторов, что обеспечивает поглощение и освобождение липoproteиновых частиц и регулирует транспорт липидных частиц в клетки-мишени и ткани. Другие аполиipoproteины служат в качестве кофакторов ферментов, участвующих в метаболизме липoproteинов.

## **3.4. МЕТАБОЛИЗМ ЛИПИДОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ**

В кровеносных капиллярах мышц и жировой ткани триглицериды хиломикронов гидролизуются до свободных ЖК под действием фермента липoproteинлипазы. Освобожденные жирные кислоты жировой ткани попадают в жировые клетки (адипоциты), где из них образуются триглицериды, откладывающиеся в жировой ткани. Жирные кислоты, образующиеся в капиллярах мышечной ткани, используются для окисления и получения энергии для мышечного сокращения. Часть ЖК связывается с белками альбуминами и циркулирует в крови.

Основная часть липидов жировой ткани имеет непосредственное пищевое происхождение. Всякий избыток жиров, потребляемых с пищей, запасается в жировой ткани. Последняя является депо энергии, запасаемой в виде тригли-